COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-SIXIÈME.

JANVIER—JUIN 1878.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1878.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✵).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✵).
BOUQUET (Jean-Claude) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le Général Arthur-Jules) (G. O. ✵).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) ✵.
ROLLAND (Eugène) (C. ✵).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✵).
RESAL (Henry-Amé) ✵.

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✵).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O ✵).
LOEWY (Maurice) ✵.
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✵).
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✵).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (c. ✵).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (o. ✵).
Becquerel (Alexandre-Edmond) (o. ✵).
Jamin (Jules-Célestin) (o. ✵).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (o. ✵).
Desains (Quentin-Paul) (o. ✵).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (g. c. ✵).
Regnault (Henri-Victor) (c. ✵).
Fremy (Edmond) (o. ✵).
Wurtz (Charles-Adolphe) (c. ✵).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (o. ✵).
Debray (Jules-Henri) ✵.

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (o. ✵).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (c. ✵).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (c. ✵).
Pasteur (Louis) (c. ✵).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✵.
Hébert (Edmond) ✵.

Section VIII. — *Botanique.*

Tulasne (Louis-René) ✵.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (o. ✵).
Naudin (Charles-Victor) ✵.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) ✵.
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon).

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✽).
Decaisne (Joseph) (O. ✽).
Peligot (Eugène-Melchior) (O. ✽).
Thenard (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✽.
Bouley (Henri-Marie) (O. ✽).
Mangon (Charles-François-Hervé) (O. ✽).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Edwards (Henri-Milne) (C. ✽).
Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (O. ✽).
Blanchard (Charles-Émile) (O. ✽).
Robin (Charles-Philippe) ✽.
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) ✽.
Gervais (François-Louis-Paul) (O. ✽).

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Bernard (Claude) (C. ✽).
Cloquet (Le Baron Jules-Germain) (C. ✽).
Bouillaud (Jean) (C. ✽).
Sédillot (Charles-Emmanuel) (C. ✽).
Gosselin (Athanase-Léon) (C. ✽).
Vulpian (Edme-Félix-Alfred) ✽.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (O. ✽), pour les Sciences Mathématiques.

Dumas (Jean-Baptiste) (G. C. ✽), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✻).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻)
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) ✻.
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).
FAVÉ (Idelphonse) (G. O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Don PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin.
KRONECKER (Léopold), à Berlin.
SPOTTISWOODE (William), à Londres.
BORCHARDT (Carl-Wilhelm), Berlin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolph), à Bonn.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✵, à Versailles.
Didion (Isidore) (c. ✵), à Nancy.
Broch (Ole-Jacob), à Christiania.
Boileau (Pierre-Prosper) (o. ✵), à Versailles.
Colladon (Jean-Daniel) ✵, à Genève.

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Peters (C.-A.-F.), à Altona.
Adams (J.-C.), à Cambridge.
Secchi (Le Père Angelo) (o. ✵), à Rome.
Cayley (Arthur), à Londres.
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
Plantamour (Émile), à Genève.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Roche (Édouard-Albert) ✵, à Montpellier.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Tisserand (François-Félix) ✵, à Toulouse.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (c. ✵), à Saint-Pétersbourg.
Richards (le Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
David (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) ✵, à Brest.
Sabine (le Général Edward), à Londres.
Nordenskiold (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin.
MAYER (Jules-Robert DE), à Heilbronn.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
BILLET (F.), à Dijon.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
MALAGUTI (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✻), à Rennes.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
FAVRE (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
ZININ (Nicolas), à Saint-Pétersbourg.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Rémauville, par Égreville (Seine-et-Marne).
MILLER (William Hallowes), à Cambridge.
LEYMERIE (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✻, à Toulouse.
KOKSCHAROW (Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard), à Berne.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

Schimper (Guillaume-Philippe) ✱, à Strasbourg.
Hooker (Jos. Dalton), à Kew.
Pringsheim (Nathanael), à Berlin.
Planchon (Jules-Émile), à Montpellier.
Bentham (George), à Londres.
Saporta (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte de) ✱, à Aix.
Godron (Dominique-Alexandre) (O. ✱), à Nancy.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale* (10).

Girardin (Jean-Pierre-Louis) (O. ✱), à Rouen.
Kuhlmann (Charles-Frédéric) (C. ✱), à Lille.
Pierre (Isidore) ✱, à Caen.
Chevandier de Valdrôme (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✱), à Cirey-les-Forges.
Reiset (Jules) (O. ✱), à Écorcheboeuf.
Martins (Charles) (O. ✱), à Montpellier.
Vibraye (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis Hurault de), à Cheverny.
Vergnette-Lamotte (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred de), à Beaune.
Marès (Henri-Pierre-Louis) ✱, à Montpellier.
Cornalia (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

Van Beneden (Pierre-Joseph), à Louvain.
De Siebold (Charles-Théodore-Ernest), à Munich.
Brandt (Jean-Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
Lovén (Svenon-Louis), à Stockholm.
Mulsant (Étienne) ✱, à Lyon.
Steenstrup (Japetus), à Copenhague.
Dana (James-Dwight), à New-Haven.
Carpenter (Guillaume-Benjamin), à Londres.
Joly (Nicolas), à Toulouse.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier.
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✻), à Strasbourg.
ROKITANSKI (Charles), à Vienne.
LEBERT (Hermann) (O. ✻), à Breslau.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

BECQUEREL.

Changements survenus dans le cours de l'année 1877.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, pour l'année 1878, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Daubrée obtient	26	suffrages.
M. Wurtz	20	»
M. Chevreul	1	»
M. Blanchard	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Daubrée**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative, pendant l'année 1878, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections des Sciences mathématiques, et l'autre dans les Sections des Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Decaisne. . . . . 41 »

MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. Peligot donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er *janvier* 1878.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le tome LXXXII (1er semestre 1876), et le tome LXXXIII (2e semestre 1876) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1877 ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Recueil de documents relatifs au Passage de Vénus. — La première Partie du tome Ier, renfermant les procès-verbaux de la Commission, a été mise en distribution le 26 novembre.

Le supplément de la deuxième Partie du tome Ier a été distribué au commencement de l'année.

Mémoires des Savants étrangers. — Les tomes XXIII, XXIV et XXV ont été distribués au mois de février.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX, réservé aux travaux de M. Chevreul, est entièrement terminé et pourra être distribué dès la prochaine séance.

Il renferme, outre les éloges historiques de M. Élie de Beaumont, par

M. J. Bertrand, et de MM. Alex. et Ad. Brongniart, par M. J.-B. Dumas, les Mémoires dont les titres suivent :

« D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle qui concerne le concret. »

« Études des procédés de l'esprit humain dans la recherche de l'inconnu à l'aide de l'observation et de l'expérience, et du moyen de savoir s'il a trouvé l'erreur ou la vérité. »

« Résumé d'une histoire de la matière depuis les philosophes grecs jusqu'à Lavoisier, inclusivement. »

Le tome XLI a vingt et une feuilles tirées. Ces feuilles contiennent un Mémoire de M. Becquerel sur la mesure des affinités en prenant pour bases les forces électromotrices; un autre Mémoire, du même Auteur, sur le transport de certains sels par les décharges électriques; enfin un Mémoire de MM. Becquerel, père et fils, sur la température de l'air à la surface du sol.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Recueil de documents relatifs au Passage de Vénus. — La première Partie du tome II sera bientôt achevée. Les trente-deux premières feuilles qui contiennent les Rapports de M. Fleuriais sur la mission de Pékin sont tirées avec les six planches qui les accompagnent. Ce travail est divisé de la manière suivante : Historique. — Description et étude des divers instruments. — Tableaux des observations recueillies. — Opérations photographiques. — Opérations diverses.

Un tirage à part de quelques exemplaires a pu être offert au Chef de la mission.

Ce demi-volume renferme aussi les résultats obtenus à l'île Saint-Paul par M. Mouchez : trente feuilles sont tirées; elles contiennent toute la Partie astronomique. Les feuilles 31 à 41 sont réservées aux opérations photographiques effectuées par M. A. Cazin; viendront ensuite : un Mémoire sur l'hydrographie de Saint-Paul et un autre Mémoire sur les marées, par M. Mouchez, enfin des Études météorologiques par M. le Dr Rochefort.

Les vingt planches qui doivent prendre place dans cette Partie sont tirées et livrées.

Le manuscrit de la deuxième Partie du tome II sera bientôt mis entre les mains de l'imprimeur. Il contient les recherches géologiques faites à Saint-Paul, à Amsterdam et à la Réunion, par M. Ch. Vélain.

Les vingt-six planches qui doivent servir à l'intelligence du texte sont tirées et livrées. Les bois sont gravés et clichés.

Les mesures des plaques photographiques avancent rapidement, et donnent lieu à une publication divisée par fascicules. — Vingt-sept feuilles sont tirées.

Le fascicule A comprend le résumé des Études de la Sous-Commission chargée de la mesure des épreuves, par M. A. Cornu; les fascicules B, C, D, E, F comprennent les mesures exécutées par MM. Angot, Baille, A. Cornu, Gariel et Mercadier, avec les machines micrométriques n°s 1, 2, 3 et 4.

L'impression est poussée activement.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXVI renferme le Mémoire de M. Max. Cornu sur le *Phylloxera vastatrix*. Les dix-huit premières feuilles de ce Mémoire sont bonnes à tirer. La fin du travail est en placards. Les planches qui l'accompagnent seront bientôt terminées.

Le Mémoire qui fait suite à celui-ci a pour titre : « Sur les points singuliers des courbes algébriques planes », par M. Halphen; il forme quatorze feuilles qui sont tirées.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1877.

Membre décédé.

» *Section d'Astronomie :* M. **Le Verrier**, le 23 septembre 1877.

Membres élus.

» *Section de Chimie :* M. **Debray**, le 26 février, en remplacement de M. **Balard**.

» *Section de Minéralogie :* M. **Hébert**, le 19 mars, en remplacement de M. **Charles Sainte-Claire Deville**.

» *Section de Botanique :* M. **Van Tieghem**, le 8 janvier, en remplacement de M. **Ad. Brongniart**.

» *Associés étrangers :* **S. M. Don Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, le 25 juin, en remplacement de M. **Ehrenberg**; Sir **W. Thomson**, le 3 décembre, en remplacement de M. **de Baer**.

Membre à remplacer.

» *Section d'Astronomie :* M. **Le Verrier**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1877.

Correspondants décédés.

» *Section d'Astronomie :* M. SANTINI, à Padoue, le 26 juin.

» *Section de Botanique :* M. HOFMEISTER, à Heidelberg, le 12 janvier; M. BRAUN, à Berlin, le 29 mars ; M. WEDDELL, à Poitiers, le 22 juillet.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. GINTRAC, à Bordeaux, le .

Correspondant nommé Associé étranger.

» *Section de Géographie et Navigation :* S. M. DON PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil, le 25 juin.

Correspondants élus.

» *Section de Minéralogie :* M. LORY, à Grenoble, le 12 février, en remplacement de M. NAUMANN, décédé; M. CAILLETET, à Châtillon-sur-Seine, le 17 décembre, en remplacement de M. D'OMALIUS D'HALLOY, décédé.

» *Section de Botanique :* M. GODRON, à Nancy, en remplacement de M. LESTIBOUDOIS, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section d'Astronomie :* M. HANSEN, à Gotha, décédé le 28 mars 1874; M. ARGELANDER, à Bonn, décédé le 17 février 1875; M. SANTINI, à Padoue, décédé le 26 juin 1877.

» *Section de Géographie et Navigation :* S. M. DON PEDRO D'ALCANTARA, élu Associé étranger, le 25 juin 1877.

» *Section de Physique :* M. ANGSTRÖM, à Upsal, décédé le 21 juin 1874.

» *Section de Minéralogie :* Sir CH. LYELL, à Londres, décédé le 22 février 1875.

» *Section de Botanique :* M. HOFMEISTER, à Heidelberg, décédé le 12 janvier 1877 ; M. BRAUN, à Berlin, décédé le 29 mars 1877 ; M. WEDDELL, à Poitiers, décédé le 22 juillet 1877.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **de Baer**, à Dorpat, élu Associé étranger, le 24 avril 1876.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Gintrac**, à Bordeaux, décédé le 1877.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le 1er volume de ses *Annales*, s'exprime comme il suit :

« Jusqu'ici les travaux particuliers des membres du Bureau ont été introduits, sous forme d'additions, dans les volumes successifs de la *Connaissance des Temps*, dont la série compte aujourd'hui deux siècles. C'est ainsi que le Bureau a publié, à diverses époques, d'importants Mémoires dus à Laplace, Lagrange, Poisson, Liouville, Poinsot, Le Verrier, etc., lesquels donnent à cette collection une valeur particulière.

» Mais, dans ces derniers temps, le cercle d'activité du Bureau des Longitudes s'est sensiblement élargi. Il a créé, pour nos armées de terre et de mer et pour les voyageurs ou géographes de toute sorte, un observatoire d'exercice qui manquait à notre pays. Grâce au zèle de plusieurs de nos collègues, parmi lesquels je citerai particulièrement MM. Lœwy, directeur des calculs de la *Connaissance des Temps*, M. le commandant Mouchez et M. le commandant Perrier, cet établissement, qui donne chaque année asile à un certain nombre d'officiers et de voyageurs, ne coûte presque rien à l'État

» L'observatoire ainsi fondé doit rester avant tout une école pratique; mais, en s'adressant, comme nous le faisons, à des officiers instruits et distingués, on pouvait prévoir que les observations régulièrement suivies d'après un programme fixe prendraient rapidement une valeur réelle. C'est ce qui est arrivé. Exécutées à l'aide d'instruments portatifs, ces observations rivalisent pourtant de précision avec celles des grands observatoires. Il en est résulté que le Bureau a pu entreprendre, de concert avec les astronomes de l'Association géodésique internationale, de grandes opérations destinées à relier télégraphiquement le méridien de Paris avec ceux de villes importantes, telles que Berlin, Bonn, Genève et Neuchâtel, et confier une partie de ces opérations aux officiers d'état-major sous la direction

de M. Perrier, et aux officiers de marine sous celle de MM. Lœwy et Mouchez. Il en est résulté encore que les observations accumulées depuis le mois de mars 1876 ont offert à notre savant confrère M. Lœwy les éléments d'un bon catalogue d'étoiles zodiacales que j'ai eu dernièrement l'honneur de présenter à l'Académie.

» Dès lors nous avons été conduits à l'idée de publier les observations originales d'une manière régulière [1] et à fonder ainsi les *Annales du Bureau des Longitudes,* dont voici le premier volume. C'est dans ces *Annales* que nous insérerons désormais les Mémoires que le Bureau plaçait autrefois dans la *Connaissance des Temps*, à titre d'additions. Nous espérons que l'Académie accueillera ce premier volume comme un frappant témoignage de l'intérêt que nos officiers portent à la Science et des services qu'ils peuvent lui rendre, tout en se familiarisant avec les applications utiles à leur noble carrière.

» Le prochain volume contiendra les observations de nos officiers de Marine à Bonn et à Berlin, et les travaux que nos officiers d'État-Major ont entrepris à la demande du Bureau, sous la direction du commandant Perrier, pour la détermination des longitudes de points importants de la France, y compris l'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme, et les observatoires suisses de Neuchâtel et de Genève. Les mêmes officiers viennent d'achever les travaux astronomiques de la carte d'Algérie et en particulier les grandes opérations de longitude des stations extrêmes et moyenne qui donneront, à l'arc du parallèle algérien de 11 degrés, une grande valeur pour l'étude du sphéroïde terrestre. Bien que ces derniers travaux soient particulièrement du ressort du *Mémorial du Dépôt de la Guerre,* nos *Annales* en rendront compte, d'autant plus que les études préparatoires s'accomplissent aujourd'hui à notre observatoire de Montsouris, dont le Ministre de la Guerre veut bien faire reconstruire plus solidement la partie spécialement destinée à MM. les officiers d'État-Major.

» J'ajouterai que, dans ce moment même, l'observatoire du Bureau des Longitudes, à Montsouris, s'est ouvert à plusieurs voyageurs qui s'y préparent à l'exploration de l'Afrique centrale, objet actuel des préoccupations du monde savant : ce sont MM. l'abbé Debaize, le comte de Semelé, Brosselard, officier de l'armée, et Rabanis, ancien élève de l'École Normale.

---

(1) Ces observations ont été faites par MM. Leclerc, capitaine de frégate, Borel, Delpech, Le Gal, Pailhès, Lemercier-Mousseaux, Berry, de Bernadière, lieutenants de vaisseau, et Trépied, Adjoint du Bureau des Longitudes.

» En terminant, nous saisissons avec empressement cette occasion de remercier publiquement, au nom du Bureau des Longitudes, le Conseil municipal de la Ville de Paris qui a bien voulu nous accorder une subvention annuelle à la charge, acceptée par nous, d'instituer à notre observatoire de Montsouris des conférences scientifiques pour le public parisien, à M. le Directeur des travaux de la Ville de Paris qui nous a aidés de tout son pouvoir à installer notre établissement astronomique, aux administrations de la Marine, de la Guerre et de l'Instruction publique dont la protection nous sera sans doute maintenue, et à l'Académie elle-même qui a bien voulu nous prêter une partie de nos instruments d'observation. »

CHIMIE. — *Sur l'acide persulfurique, nouvel acide oxygéné du soufre.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. J'ai obtenu un nouvel acide oxygéné du soufre, l'*acide persulfurique*, correspondant par sa composition aux acides permanganique et perchromique, et dont l'existence est conforme aux analogies tirées de l'étude comparative des sulfates, des chromates et des manganates.

» 2. *Formation.* — L'acide persulfurique peut être obtenu à l'état pur et anhydre, en faisant agir l'effluve électrique, à forte tension, sur un mélange d'acide sulfureux et d'oxygène, pris sous des volumes égaux et dans un état de siccité rigoureuse. L'acide sulfurique concentré ne s'unit pas à l'oxygène, non plus qu'à l'ozone, dans les mêmes conditions.

» L'acide persulfurique prend encore naissance, cette fois à l'état dissous, pendant l'électrolyse des solutions concentrées d'acide sulfurique : circonstance dans laquelle il a été confondu jusqu'ici, soit avec l'eau oxygénée, soit avec la substance imaginaire que l'on avait appelée *antozone*. Je reviendrai sur ce point.

» Le même corps se forme également, toujours à l'état dissous, lorsqu'on mélange avec précaution une solution d'eau oxygénée avec l'acide sulfurique concentré, ou étendu d'une quantité d'eau inférieure à 1 équivalent. Mais la combinaison n'a point lieu quand l'acide sulfurique est étendu à l'avance de 2 équivalents d'eau ou davantage. Dans tous les cas, elle demeure partielle, c'est-à-dire qu'il subsiste une portion de l'eau oxygénée. Il est probable que l'acide persulfurique se produit aussi dans diverses autres circonstances, où l'acide sulfurique concentré se trouve en présence des peroxydes alcalins ou métalliques, et des autres agents oxydants, à basse température.

» 3. *Préparation.* — On prépare l'acide persulfurique avec mon appareil à tubes concentriques (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 463). Au bout de huit à dix heures, les surfaces de l'espace annulaire sont recouvertes par des gouttelettes d'un liquide épais et adhérent. Parfois même ce liquide s'étale sur la surface du verre, en une couche mince et irisée. Le tout, exposé à une température voisine de zéro, ne tarde pas à cristalliser, tantôt en cristaux grenus et indistincts, tantôt en aiguilles transparentes, minces et flexibles, longues de plusieurs centimètres, et d'une largeur sensible, dont les unes traversent tout le tube, tandis que les autres demeurent fixées aux parois et assemblées en houppes brillantes. Tel est l'échantillon que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'aspect général de la substance rappelle l'acide sulfurique anhydre. Cependant ce dernier se distingue par ce qu'il est opaque et formé d'aiguilles bien plus fines, moins longues et moins lamelleuses.

» L'acide persulfurique possède une tension de vapeur considérable, et qui s'élève à plusieurs centimètres à une température de 10 degrés; aussi se déplace-t-il aisément par sublimation spontanée dans les tubes qui le renferment.

» Les belles aiguilles que je viens de décrire et que j'ai obtenues à plusieurs reprises ne se montrent pas toujours : l'acide persulfurique conservant souvent l'état liquide ou confusément cristallin. Cependant l'analyse indique toujours la même composition, laquelle n'est pas altérée sensiblement par la présence accidentelle de quelques traces d'eau, d'acide azotique ou azotosulfurique (provenant de l'azote), enfin de composés salins (provenant de l'attaque du verre), traces suffisantes cependant pour empêcher ou entraver la cristallisation. Ces impuretés s'accroîtraient d'ailleurs avec l'altérabilité du verre, comme avec la proportion de l'azote; conditions contre lesquelles on doit se mettre en garde.

» 4. *Composition.* — La composition de l'acide persulfurique peut être établie par synthèse et par analyse.

» 1° *Par synthèse.* — Quand la réaction est terminée, on extrait, à l'aide de la pompe à mercure, le gaz résiduel, on le mesure, on l'analyse, et l'on en compare le volume à celui du mélange primitif. Or le volume de ce résidu doit être égal au huitième du mélange primitif :

$$\underbrace{S^2O^4}_{4\text{ vol.}} + \underbrace{O^4}_{4\text{ vol.}} = \underbrace{S^2O^7}_{\text{Solide.}} + \underbrace{O}_{1\text{ vol.}}; \quad \text{c'est-à-dire}\ldots\ 8:1.$$

» Deux expériences ont donné :

Volume total.	Résidu.	Rapport.
cc 38,5	cc 4,7	8,2
82,0	10,5	7,9

» Il résulte de ces chiffres que 4 volumes d'acide sulfureux se combinent avec 3 volumes d'oxygène pour former l'acide persulfurique

$$S^2O^4 + O^3 = S^2O^7.$$

» L'analyse directe du produit vérifie ce résultat. En effet :

» 2° *Par analyse.* — L'analyse du produit peut être faite en ouvrant l'une des pointes latérales du tube sur une solution titrée de protochlorure d'étain. Celui-ci est aspiré aussitôt, à cause de la diminution de pression intérieure, survenue pendant la combinaison des deux gaz ; il est oxydé partiellement; sa perte de titre, estimée au moyen du permanganate de potasse pur, donne le poids de l'oxygène absorbé. On précipite ensuite l'acide sulfurique dans la liqueur, à l'état de sulfate de baryte.

» Deux analyses ainsi exécutées, la première avec un échantillon magnifiquement cristallisé, la seconde avec un échantillon également cristallisé, quoique moins beau, ont fourni :

Oxygène excédant.	Acide sulfurique (SO^3).	Rapport.
8,23	83,4	10,1
10,00	94,1	9,4

Le rapport théorique, $S^2O^6 = 80 : O = 8$, est égal à 10.

» J'ai même réussi à peser directement la matière contenue dans le tube qui a servi à la seconde expérience [1]; le poids total a été trouvé égal à 104,0 ; la somme des éléments séparés étant $10,0 + 94,1 = 104,1$.

» Cette vérification démontre que l'acide persulfurique pur est formé uniquement de soufre et d'oxygène.

---

[1] Le tube renfermant l'acide persulfurique a été rempli d'air sec par le jeu d'une trompe; on l'a scellé, pesé, puis on a traité le contenu par le chlorure stanneux, lavé, séché et pesé de nouveau le tube. La différence des deux pesées, soit 99^{mgr}, donne le poids de la matière primitive, diminué du poids de l'air que la vapeur d'acide persulfurique déplace, en raison de sa tension propre. Celle-ci ayant été mesurée sur un échantillon pareil, extrait préalablement du même tube avec la pompe à mercure, il a été facile de calculer le poids de l'air déplacé, lequel s'élevait à 5 milligrammes.

» J'ai contrôlé ces résultats par diverses autres méthodes d'analyse que je signalerai pour mémoire, telles que :

» 1° L'oxydation d'une solution titrée de sulfate ferreux ; la perte de titre étant reconnue à l'aide du permanganate de potasse. On a opéré de deux manières différentes. Tantôt la solution de sulfate ferreux a été introduite directement dans les tubes à effluve ; tantôt j'ai fait d'abord pénétrer dans ceux-ci de l'acide sulfurique concentré, lequel dissout l'acide persulfurique, sans en dégager l'oxygène ; puis j'ai versé l'acide dans une grande quantité d'eau, et je l'ai titré aussitôt à l'aide du sulfate ferreux. Les deux procédés ont fourni des résultats identiques.

» 2° L'oxydation d'une solution neutre d'iodure de potassium ; on dose l'iode mis à nu à l'aide d'une solution titrée d'hyposulfite. On a opéré aussi suivant les deux artifices qui viennent d'être signalés.

» 3° L'oxydation d'une solution titrée d'acide sulfureux, la perte de titre étant reconnue au moyen d'une solution titrée d'iode. On a vérifié dans ce cas qu'il ne s'était pas formé d'acide hyposulfurique : circonstance qui paraît se présenter, au contraire, lorsqu'on opère en présence d'un très-grand excès d'acide sulfurique.

Tous ces dosages concordent avec la formule S^2O^7.

Stabilité. — L'acide persulfurique peut être préparé, comme il a été dit, et conservé pendant plusieurs jours à une température voisine de zéro. Cependant il ne paraît pas très-stable ; au bout d'une quinzaine, il commence à donner des signes de décomposition spontanée. Sa dissolution aqueuse se détruit rapidement. Sa dissolution dans l'acide sulfurique concentré, quoique plus stable, dégage peu à peu de l'oxygène. Au bout de six semaines, elle est presque complétement détruite.

» 5. *Réactions.* — L'acide persulfurique chauffé sur une flamme se décompose aussitôt en oxygène et acide sulfurique anhydre.

» *Air.* — En présence de l'air, l'acide persulfurique répand des fumées épaisses, en se changeant en acide sulfurique hydraté, aux dépens de la vapeur d'eau atmosphérique.

» *Acide sulfurique.* — L'acide persulfurique se dissout dans l'acide sulfurique concentré, sans dégager d'oxygène, et cette solution peut être ensuite étendue d'eau sans altération immédiate ; comme le prouvent les dosages par le sulfate ferreux ou l'iodure de potassium. Même au bout de vingt-quatre heures, le titre d'une telle solution étendue n'a pas changé sensiblement. Cependant l'oxygène se dégage lentement de toutes ces liqueurs. Si l'on ajoute de la mousse de platine à la dissolution sulfurique (pure ou

diluée avec de l'eau), ou bien encore si on la chauffe, l'oxygène gazeux se dégage aussitôt.

L'acide persulfurique isolé change l'acide sulfureux en acide sulfurique

$$S^2O^7 + SO^2 \text{ étendu} = 3SO^3 \text{ étendu};$$

tandis que l'acide persulfurique, dissous dans une très-grande quantité d'acide sulfurique concentré, fournit avec l'acide sulfureux une dose notable d'acide hyposulfurique (cette expérience a été faite avec les produits de l'électrolyse):

$$S^2O^7 \text{ mêlé de } n\,SO^4H + 2SO^2 \text{ étendu} = S^2O^5 \text{ étendu} + 2SO^3 \text{ étendu}.$$

» *Eau.* — Au contact de l'eau, l'acide persulfurique se dissout, en répandant des fumées épaisses et avec une vive effervescence, due au dégagement de l'oxygène. Cependant, une portion sensible de celui-ci, un quart à un cinquième environ, demeure combinée dans les premiers moments, et peut être dosée par l'iodure de potassium. Mais cet oxygène se dégage peu à peu, en fines bulles gazeuses, par suite d'une décomposition spontanée. La présence d'un grand excès d'acide sulfurique donne une stabilité plus prolongée à l'acide persulfurique, même dans l'état de dissolution étendue; sans cependant en assurer la permanence indéfinie.

» *Bases.* — L'eau de baryte produit des effets analogues à l'eau : une portion de l'oxygène se dégage aussitôt, avec production de sulfate de baryte insoluble; tandis qu'une autre portion forme du *persulfate de baryte*, soluble dans l'eau. Mais ce sel se décompose rapidement, avec régénération d'oxygène et de sulfate de baryte. Cette régénération peut être observée très-nettement, en filtrant la liqueur aussitôt après la réaction de la baryte, et en y ajoutant de l'iodure de potassium acidulé par l'acide chlorhydrique, de façon à obtenir un liquide acide.

» Le persulfate de baryte a pour formule probable : S^2O^7, BaO, d'après les analogies tirées des permanganates; mais tous mes essais pour l'isoler dans l'état solide sont demeurés infructueux.

» 6. *Caractères.* — Les caractères principaux de l'acide persulfurique dissous sont tirés de son aptitude à se dédoubler en oxygène et acide sulfurique, soit avec le temps, soit par la chaleur, soit au contact du platine. J'ai indiqué plus haut comment il oxyde à froid l'iodure de potassium, le sulfate ferreux, l'acide sulfureux, le chlorure stanneux. Cependant cette action oxydante est moins générale et moins énergique que celle du chlore, de l'ozone et de divers autres oxydants; en effet, l'acide persulfurique n'oxyde à froid ni les solutions acides d'acide arsénieux, ni celles d'acide oxalique, ce qui

le rapproche de l'eau oxygénée. Il s'en distingue, parce qu'il ne forme point d'acide perchromique, et ne réduit pas le permanganate de potasse. Il peut coexister avec l'eau oxygénée, dans les dissolutions aqueuses ou sulfuriques; aussi bien qu'avec l'ozone, dans l'état anhydre ou dissous.

» 7. L'existence de l'acide persulfurique donne lieu à diverses remarques essentielles au point de vue des théories chimiques; je me bornerai aujourd'hui à signaler les suivantes. Le soufre et l'oxygène forment une série de composés définis, croissant suivant les rapports équivalents :

S^2 : O(inconnu; analogue à Cu^2O);
O^2(acide hyposulfureux);
O^3(inconnu; analogue à Mn^2O^3);
O^4(acide sulfureux);
O^5(acide hyposulfurique);
O^6(acide sulfurique);
O^7(acide persulfurique);
O^8(inconnu; analogue à l'acide osmique Os^2O^8).

» Cette série exprime tous les types possibles des combinaisons simples que l'oxygène contracte avec les métalloïdes ou avec les métaux. Le soufre, le chlore, l'azote en réalisent chacun cinq termes; la limite extrême représentant, dans la plupart des cas connus, les acides qui renferment 7 équivalents d'oxygène, tels que les acides perchlorique, periodique, permanganique, perchromique, heptaruthénique (de MM. Deville et Debray), enfin persulfurique. Ces acides suroxygénés, dont la composition est pareille, offrent une remarquable analogie de propriétés physiques et chimiques, analogie qui peut aller jusqu'à l'isomorphisme. Ils constituent un véritable type moléculaire, pour employer l'heureuse expression proposée par M. Dumas, il y a quarante ans. Dans ce type, RO^7, 7 équivalents d'oxygène sont associés aux éléments les plus divers. Mais il est digne de remarque que les propriétés du type dérivent de l'oxygène et non du corps antagoniste; elles résident dans l'association elle-même, et non dans chacun des éléments qui le constituent envisagés isolément; contrairement à ce que prétend la théorie de l'atomicité fixe des éléments.

» En effet, rien n'est plus dissemblable que le soufre, le chlore et le manganèse libres. Leurs premiers termes d'oxydation :

Acide hyposulfureux et oxyde manganeux, S^2O^2 et Mn^2O^2;
Acide chloreux et oxydes manganique et chromique, ClO^3, Cr^2O^3, Mn^2O^3;
Acides sulfureux, hypochlorique et bioxyde de manganèse, S^2O^4, ClO^4, Mn^2O^4;
Acides hyposulfurique et chlorique, S^2O^5 et ClO^5,

n'offrent aucune analogie. Celle-ci existe dès le début entre le chrome et le manganèse; elle s'étend à un terme de plus, lorsqu'on arrive aux acides manganique, chromique et sulfurique, Mn^2O^6, Cr^2O^6, S^2O^6. Mais elle devient surtout compréhensive dans les composés de la formule RO^7. Les propriétés communes à ce type moléculaire ne résultent donc point de celles des éléments isolés, car autrement elles devraient exister dans toute la série; mais elles se développent seulement dans l'acte de leur groupement: conformément aux théories que nous n'avons cessé de soutenir et qui suffisent à l'interprétation et à la prévision de tous les phénomènes, comme elles ont suffi à la découverte de toutes les lois fondamentales de la Chimie moderne.

» Je poursuis la recherche des acides suroxygénés des autres éléments, conformément aux indications précédentes. »

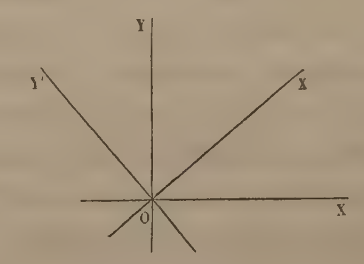
MÉCANIQUE. — *Note sur un nouveau spiral réglant plat des chronomètres et des montres;* par M. **Phillips**.

« Dans un voyage fait, à la fin de 1871, au Locle (Suisse), je crus devoir, d'après certaines considérations théoriques, conseiller à plusieurs des habiles artistes qui s'occupent du réglage des chronomètres de munir le spiral plat d'une courbe terminale théorique intérieure, en outre de sa courbe terminale théorique extérieure. L'expérience ayant depuis lors confirmé ces prévisions et l'emploi de ces spiraux s'étant de plus en plus répandu, il me paraît utile d'en exposer la théorie, laquelle est fondée sur la théorie générale du spiral réglant.

» Soient O le pôle de la spirale d'Archimède et OX son axe polaire; son équation, en coordonnées polaires, est

$$r = a\theta, \tag{1}$$

a étant une constante.



» Soient OX et OY les parties positives de deux axes coordonnés rectangulaires, le sens de OX vers OY étant celui dans lequel r va en crois-

sant; soient θ_0 et θ_1 les angles polaires, répondant respectivement à l'extrémité intérieure et à l'extrémité extérieure de la spirale d'Archimède, et soient r_0 et r_1 les rayons vecteurs correspondants.

» Calculons les coordonnées x et y du centre de gravité de la spirale d'Archimède. En désignant par l sa longueur totale, on a

$$lx = \int_0^l r\cos\theta\, ds \quad \text{et} \quad ly = \int_0^l r\sin\theta\, ds.$$

Or

$$ds = a\theta\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}} d\theta.$$

» Développons $\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ suivant les puissances de $\frac{1}{\theta^2}$. En ne conservant que les deux premiers termes, il vient

$$\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2\theta^2}.$$

» Cette approximation est parfaitement permise. En effet, le terme suivant est $-\frac{1}{8\theta^4}$. Or la plus petite valeur de θ, qui est θ_0, est au moins égale à 30; de sorte que $\frac{1}{8\theta^4} = \frac{1}{6480000}$, qui est négligeable devant l'unité. On a donc

$$lx = a^2\left(\int_{\theta_0}^{\theta_1} \theta^2 \cos\theta\, d\theta + \frac{1}{2}\int_{\theta_0}^{\theta_1} \cos\theta\, d\theta\right)$$

et

$$ly = a^2\left(\int_{\theta_0}^{\theta_1} \theta^2 \sin\theta\, d\theta + \frac{1}{2}\int_{\theta_0}^{\theta_1} \sin\theta\, d\theta\right).$$

» En intégrant, on a finalement

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} lx = {} & r_1^2 \sin\theta_1 + 2r_1 a\cos\theta_1 - 1{,}5a^2\sin\theta_1 \\ & - r_0^2\sin\theta_0 - 2r_0 a\cos\theta_0 + 1{,}5a^2\sin\theta_0, \end{aligned}\right.$$

et

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} ly = {} & -r_1^2\cos\theta_1 + 2r_1 a\sin\theta_1 + 1{,}5a^2\cos\theta_1 \\ & + r_0^2\cos\theta_0 - 2r_0 a\sin\theta_0 - 1{,}5a^2\cos\theta_0. \end{aligned}\right.$$

» Soient maintenant OX′ et OY′ les parties positives de deux axes rectangulaires, l'axe OX′ passant par l'extrémité extérieure de la spirale d'Archimède et le sens de OX′ vers OY′ étant celui dans lequel r croît. Appelons x' et y' les coordonnées, par rapport à ces nouveaux axes, du centre de

gravité de la spirale d'Archimède. On a

$$x' = x\cos\theta_1 + y\sin\theta_1, \quad \text{et} \quad y' = -x\sin\theta_1 + y\cos\theta_1.$$

» On conclut donc de (2) et (3)

$$lx' = 2r_1 a + r_0^2\sin(\theta_1 - \theta_0) - 2r_0 a\cos(\theta_1 - \theta_0) - 1{,}5a^2\sin(\theta_1 - \theta_0)$$

et

$$ly' = -r_1^2 + 1{,}5a^2 + r_0^2\cos(\theta_1 - \theta_0) + 2r_0 a\sin(\theta_1 - \theta_0) - 1{,}5a^2\cos(\theta_1 - \theta_0)$$ [1].

» Posons

$$(4) \qquad \theta_1 - \theta_0 = \beta.$$

β est l'angle polaire correspondant à toute la spirale d'Archimède. Il vient

$$(5) \qquad lx' = 2r_1 a + r_0^2\sin\beta - 2r_0 a\cos\beta - 1{,}5a^2\sin\beta$$

et

$$(6) \qquad ly' = -r_1^2 + 1{,}5a^2 + r_0^2\cos\beta + 2r_0 a\sin\beta - 1{,}5a^2\cos\beta.$$

» Maintenant, munissons le spiral de deux courbes terminales, l'une extérieure et l'autre intérieure, se raccordant tangentiellement et respectivement avec les deux extrémités de la spirale d'Archimède. D'après la théorie générale du spiral réglant il faut, en vue de l'isochronisme, déterminer ces deux courbes de manière que le centre de gravité du spiral tout entier soit sur l'axe du balancier, c'est-à-dire au point O. Soient donc

l_0 et l_1 les longueurs respectives de la courbe terminale intérieure et de la courbe terminale extérieure;

x_0 et y_0 les coordonnées, par rapport à OX' et OY', du centre de gravité de la première de ces deux courbes;

x_1 et y_1 les coordonnées, par rapport aux mêmes axes, du centre de gravité de la seconde.

» Nous déterminerons ces deux courbes de manière que l'on ait

$$(7) \qquad l_0 x_0 + l_1 x_1 = -2r_1 a - r_0^2\sin\beta + 2r_0 a\cos\beta + 1{,}5a^2\sin\beta$$

et

$$(8) \qquad l_0 y_0 + l_1 y_1 = r_1^2 - 1{,}5a^2 - r_0^2\cos\beta - 2r_0 a\sin\beta + 1{,}5a^2\cos\beta.$$

---

[1] L'idée de ce mode de recherche du centre de gravité de la spirale d'Archimède, au point de vue du spiral réglant, est due à M. Grossmann, directeur de l'École d'Horlogerie du Locle (Suisse).

» Avant d'aller plus loin, nous observerons que, uniquement pour juger l'ordre de grandeur de diverses quantités, nous pourrons supposer approximativement, et comme étant d'ailleurs conforme aux usages de la pratique,

$$r_1 = 5^{\text{mm}},$$
$$r_0 = 1^{\text{mm}},6$$

et

$$a = 0^{\text{mm}},05,$$

le rayon de la virole étant supposé de 1 millimètre. On en conclut

$$\theta_1 - \theta_0 = \frac{r_1 - r_0}{a} = 68,$$

ce qui correspond environ à 11 tours de spires de la spirale d'Archimède.

» Afin de satisfaire à (7) et (8), nous déterminerons d'abord la courbe terminale extérieure, de manière qu'elle vérifie les deux équations

(9) $$l_1 x_1 = -2r_1 a + 1,5a^2 \sin 6$$

et

(10) $$l_1 y_1 = r_1^2 - 1,5a^2 + 1,5a^2 \cos 6;$$

puis nous déterminerons la courbe terminale intérieure d'après les deux conditions

(11) $$l_0 x_0 = -r_0^2 \sin 6 + 2r_0 a \cos 6$$

et

(12) $$l_0 y_0 = -r_0^2 \cos 6 - 2r_0 a \sin 6.$$

» Soient γ_1 l'angle formé par le rayon vecteur du centre de gravité de la courbe terminale extérieure avec OX' ou avec r_1, et δ_1 la longueur de ce rayon vecteur.

» On voit que $x_1 < 0$ et $y_1 > 0$. De plus, on conclut de (9) et (10)

$$\operatorname{tang}\gamma_1 = -\frac{r_1}{2a}\,\frac{1 - 1,5\frac{a^2}{r_1^2}(1-\cos 6)}{1 - \frac{1,5}{2}\frac{a}{r_1}\sin 6}.$$

Il en résulte que $\operatorname{tang}\gamma_1 < 0$ est très-voisin, en grandeur absolue, de $\frac{r_1}{2a}$ ou de 50. On peut donc admettre, pour la pratique, que

(13) $$\gamma_1 = 90^\circ.$$

» On tire en outre de (9) et (10)

$$l_1^2\,\delta_1^2 = r_1^4\left[1 + (1 + 3\cos\beta)\frac{a^2}{r_1^2} - 6\sin\beta\,\frac{a^3}{r_1^3} + \frac{9}{2}(1 - \cos\beta)\frac{a^4}{r_1^4}\right],$$

ou, avec une très-grande approximation, puisque $\frac{a}{r_1} = 0{,}01$,

$$l_1^2\,\delta_1^2 = r_1^4,$$

d'où

(14) $$\delta_1 = \frac{r_1^2}{l_1}.$$

» Les conditions (13) et (14) montrent que la courbe terminale extérieure est une courbe théorique.

» Déterminons maintenant la courbe terminale intérieure d'après les équations (11) et (12).

» Soient γ_0 l'angle formé par le rayon vecteur du centre de gravité de cette dernière courbe avec OX′ ou avec r_1, et δ_0 la longueur de ce rayon vecteur.

» On tire de (11) et (12)

$$\tang\gamma_0 = -\frac{\tang\beta + \frac{r_0}{2a}}{1 - \frac{r_0}{2a}\tang\beta}.$$

» Soit ε l'angle compris entre zéro et 90 degrés, qui est tel que l'on ait

(15) $$\tang\varepsilon = \frac{r_0}{2a};$$

alors

$$\tang\gamma_0 = -\tang(\beta + \varepsilon);$$

d'où

(16) $$\gamma_0 = -(\beta + \varepsilon).$$

» En remplaçant r_0 et a par les valeurs que nous leur avons attribuées, on a

$$\tang\varepsilon = 16,$$

de sorte que ε est compris entre 86 et 87 degrés. A moins de circonstances tout à fait exceptionnelles, et qui ne se rencontrent jamais dans la pratique, on peut donc admettre que $\varepsilon = 90°$, et, par suite, que le rayon vecteur du centre de gravité de la courbe terminale intérieure est perpendiculaire au rayon vecteur r_0.

» On conclut en outre de (11) et (12)

$$l_0^2 \delta_0^2 = r_0^4 \left(1 + \frac{4a^2}{r_0^2}\right),$$

ou, très-approximativement, en observant que $\frac{4a^2}{r_0^2} = \frac{1}{256}$,

$$l_0^2 \delta_0^2 = r_0^4,$$

d'où

(17) $$\delta_0 = \frac{r_0^2}{l_0}.$$

» Les conditions (16) et (17) montrent que la courbe terminale intérieure est aussi une courbe théorique. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur quelques modifications nouvelles apportées au téléphone.* Note de M. **Bréguet.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les intéressants résultats que j'ai obtenus d'après les indications de MM. Garnier et Pollard, ingénieur des constructions navales à Cherbourg.

» Ayant entendu parler des travaux de M. Edison relatifs à la téléphonie voltaïque, M. Pollard a cherché à réaliser les expériences de ce savant, en employant, comme lui, de la plombagine pour constituer un conducteur à résistance variable.

» Une petite plaque de fer-blanc, tout à fait analogue à celle du téléphone de Bell, est mise en contact avec l'extrémité d'un crayon ordinaire à la mine de plomb, cette extrémité exerçant une légère pression sur la partie centrale de la plaque. Le crayon, d'une part, et la plaque, de l'autre, sont reliés par des fils de lignes ordinaires aux deux extrémités du fil de la bobine d'un téléphone de Bell, et la tige aimantée du téléphone est remplacée ici par une tige de fer doux. Une pile de dix éléments Leclanché est interposée dans le circuit.

» Lorsque, en parlant, on met en vibration la plaque de l'appareil transmetteur, l'extrémité du crayon de plombagine subit une série de modifications dans son contact avec la plaque, sans que ce contact soit jamais rompu. Ces modifications se traduisent par des variations dans la résistance du circuit, au point de contact même, et par conséquent par des variations dans l'intensité du courant permanent de la pile.

» On conçoit dès lors que ce courant, dont l'intensité ne varie que

d'après les mouvements élémentaires de la plaque vibrante, produise, dans l'électro-aimant du téléphone récepteur, des alternatives d'attraction et de non-attraction. Celles-ci agissent absolument à la manière ordinaire de l'appareil de Bell, et permettent par conséquent d'entendre la voix d'une personne parlant au loin dans le transmetteur.

» Outre que l'expérience est intéressante par elle-même, nous croyons que ces expérimentateurs s'engagent dans une voie qui pourra les mener à un accroissement de l'intensité de la voix perçue dans les téléphones ordinaires. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le rendement et les propriétés d'un nouveau bélier aspirateur sans réservoir d'air, pouvant tirer l'eau de toutes les profondeurs.* Note de M. **A. de Caligny.**

« Le bélier aspirateur de Montgolfier, même tel qu'il a été perfectionné, ne pouvait servir à tirer de l'eau que d'une profondeur bien inférieure à celle qui serait mesurée par une colonne liquide capable de faire équilibre à la pression atmosphérique. On employait un réservoir d'air dilaté, ce qui diminuait encore cette profondeur. J'ai depuis longtemps proposé de tirer l'eau de toutes les profondeurs par le mouvement acquis d'une colonne liquide sans réservoir d'air dilaté. Je m'exprimais ainsi dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, année 1866, dans un Mémoire sur des machines à faire des épuisements : « Quelle que soit la hauteur d'une colonne » liquide, si elle est en mouvement de bas en haut, on conçoit qu'elle tend » à faire le vide à son extrémité inférieure, comme le ferait un piston qui » serait mû de bas en haut à cette profondeur, jusqu'à ce que la vitesse » acquise de la colonne liquide, ainsi devenue aspirante, soit éteinte. Ce » principe de l'emploi du mouvement acquis de bas en haut par une » colonne liquide d'une hauteur quelconque n'a pas seulement pour » objet cette machine particulière qui offre un exemple de ses applications : » c'est un principe général qu'il est intéressant de signaler ». Dans le *Bulletin de la Société philomathique* du 3 mars 1866, j'avais déjà indiqué, d'une manière générale, qu'on pouvait, en fermant un orifice d'introduction et laissant ouvrir une soupape pour permettre l'entrée de l'eau à épuiser, tirer de l'eau de toutes les profondeurs au moyen de ce principe. Il suffit maintenant de disposer la soupape d'arrêt convenablement équilibrée à l'origine du tuyau de conduite servant de corps de bélier, *mais au fond d'un réservoir descendant jusqu'au-dessous du niveau de l'eau à épuiser.* Le tuyau ou corps de

bélier se relève jusqu'au point où l'on veut faire déboucher l'eau relevée. Quand la soupape d'arrêt se ferme, un clapet s'ouvrant de dehors en dedans permet à l'eau à épuiser de *suivre* celle qui est en mouvement dans le tuyau d'*évacuation* jusqu'à ce que la vitesse soit éteinte dans celui-ci. Alors il se présente, d'une manière analogue à ce qui se passe dans les béliers aspirateurs connus, un petit mouvement de retour qui, joint à la pression de bas en haut de la colonne d'évacuation, aide à faire ouvrir la soupape d'arrêt, sollicitée d'ailleurs par un contre-poids qui agit d'une manière analogue à celui de la soupape d'arrêt d'un bélier aspirateur connu.

» Il paraît que Montgolfier ne comptait que sur la percussion de l'eau pour faire fermer la soupape d'arrêt. C'est sur un effet de succion analogue à celui qui fait enfoncer les poutrelles dans les barrages que je compte principalement pour produire cet effet, en élargissant d'ailleurs convenablement la soupape au delà des bords de l'orifice, et je crois être le premier qui ait employé les phénomènes de succion pour faire fermer ce genre d'orifices.

» J'ai donné diverses indications pour ces expériences à M. Chemin, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui, ayant d'ailleurs étudié mes Mémoires sur l'Hydraulique, est parvenu à construire un appareil de ce genre *entièrement automatique et fonctionnant régulièrement avec un rendement considérable*. Il a de plus constaté que cet appareil, beaucoup plus simple que le bélier aspirateur du cabinet de l'École des Ponts et Chaussées, qui ne fonctionne bien d'ailleurs qu'avec deux soupapes d'arrêt conjuguées, pouvait servir non-seulement à faire des épuisements comme ceux qu'il a eu à faire dans ses travaux, mais qu'on pouvait aussi lui faire aspirer de l'air au lieu d'eau. On pourrait donc, dit-il, en lui donnant une forme portative, s'en servir aussi pour retirer l'air vicié de certains endroits, notamment pour enlever les gaz délétères des puits et fosses d'aisance.

» M. Chemin a eu le mérite de réaliser mon idée en construisant une machine peu coûteuse, qui n'est pas encombrante, se monte et se démonte facilement. Elle a l'avantage de pouvoir être exécutée partout. Il faut seulement que le réservoir, ou gros tuyau vertical en tenant lieu, qui reçoit l'eau motrice, ait, par rapport à la soupape d'arrêt, un diamètre assez grand pour que, à l'époque où celle-ci se ferme, il n'en résulte pas un coup de bélier sensible. Il est bien à remarquer que la colonne liquide n'est pas divisée en deux comme dans les béliers aspirateurs. L'eau à épuiser *entre immédiatement dans le système,* sans qu'on ait à prendre des précautions

contre des effets de l'inertie de cette eau, comme on était obligé de le faire pour le bélier aspirateur précité.

» Le tuyau d'évacuation doit avoir une certaine longueur, conformément à ce que j'ai dit depuis longtemps de l'influence de la longueur des tuyaux sur les mouvements oscillatoires. J'ai d'ailleurs indiqué dans les *Comptes rendus,* séance du 1er mai 1876, les principes au moyen desquels on peut calculer la longueur qui conduit au maximum de rendement pour des conditions données, ainsi que le débit le plus convenable pour une chute d'eau et des diamètres déterminés dans divers appareils de ce genre.

» On conçoit qu'il y a des circonstances dans lesquelles il pourrait être impraticable d'avoir un réservoir vertical ayant toute la profondeur de l'eau à épuiser. Pour ce cas, j'ai indiqué dans les *Comptes rendus,* séance du 12 octobre 1857, et dans le Mémoire précité de 1866, une disposition plus intéressante, mais moins simple. Quant à l'appareil, sous la forme objet de cette Note, il ne semble pas indispensable, pour le cas des profondeurs très-grandes ou des chutes d'eau très-hautes, d'équilibrer la soupape d'arrêt au moyen d'un balancier et d'une très-longue tige, un flotteur paraissant pouvoir produire un effet analogue. C'est un détail à étudier pour des circonstances exceptionnelles; j'ai d'ailleurs employé avec succès, dans un cas analogue, une soupape avec balancier et contre-poids noyés.

» J'ai été conduit au principe de cet appareil par la recherche des moyens soit de tirer de l'eau des grandes profondeurs en employant une assez petite chute motrice, soit de la tirer de profondeurs médiocres au moyen d'une grande chute. Mais l'expérience établit maintenant que, même pour les circonstances ordinaires auxquelles on appliquait le bélier aspirateur avec avantage, l'appareil, objet de cette Note, remplit d'une manière beaucoup plus simple toutes les conditions, en permettant, ce qui est peut-être le plus essentiel quant aux applications à faire loin des villes, *de supprimer toute espèce de réservoir d'air.*

» M. Chemin se proposant de faire très-prochainement une application de ce système sur une plus grande échelle, je n'entrerai pas ici dans les détails de ses premières expériences. Je dirai seulement que la chute motrice, c'est-à-dire la différence entre la hauteur du niveau d'amont et du niveau auquel montait l'eau épuisée, a varié de $0^{m},50$ à $1^{m},50$; le rendement a été plus spécialement étudié avec une chute motrice de $0^{m},70$ et une de $0^{m},85$. Quant à la différence de niveau entre l'eau à épuiser et la

hauteur de déversement de l'eau motrice mélangée à l'eau épuisée, elle a varié entre $0^m,40$ et $1^m,20$; pour la plus grande partie des expériences, cette différence de niveau a été de $0^m,60$. Dans ces conditions, M. Chemin a obtenu une série de résultats très-concordants entre eux. Quoique le tuyau d'évacuation n'eût qu'un diamètre de $0^m,07$, le rendement n'est pas descendu au-dessous de 72 pour 100. La longueur totale de ce tuyau était de $8^m,50$. On épuisait en moyenne 42 litres par minute. Ces expériences ont été faites à l'établissement des eaux de Laval dans ces dimensions et dans les conditions précitées, parce qu'elles se rapprochent très-sensiblement de celles qui se rencontrent dans un cas pratique de travaux auxquels cet appareil va être appliqué prochainement. La hauteur de la chute motrice pouvait varier notablement sans que cela arrêtât l'appareil. Je crois qu'il sera possible de perfectionner la construction; je n'entrerai donc pas ici dans plus de détails, espérant d'ailleurs que M. Chemin présentera bientôt une série d'expériences sur une plus grande échelle. On sait combien il y a de recherches délicates à faire pour réaliser une machine nouvelle, même avec les conseils de l'inventeur, et j'espère qu'on appréciera toute l'étendue du service que M. Chemin vient ainsi de rendre à la science et à l'industrie.

» Il s'occupe d'ailleurs aussi d'appliquer dans les travaux des Ponts et Chaussées plusieurs machines de mon invention, notamment mon appareil automatique à élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau sans piston ni soupape, le tube d'ascension oscillant de lui-même en vertu de phénomènes nouveaux. Il a aussi employé avec avantage ma pompe *aspirante cylindro-conique* sans piston ni soupape. J'ajouterai seulement ici qu'il a retrouvé sous une autre forme, dans le système objet de cette Note, un phénomène singulier que j'avais déjà observé dans mon appareil précité à tube oscillant automatique : je veux parler d'une espèce de trépidation résultant d'un règlement de contre-poids, qui permet à l'appareil *de se mettre en marche de lui-même* et de fonctionner ensuite régulièrement. Je dois dire que ce genre de phénomène avait jusqu'à présent introduit une condition gênante, dont je préférais, en général, me débarrasser au moyen de quelques précautions, tandis que, dans cet appareil nouvellement construit, il a été possible de l'employer d'une manière convenable pour la mise en train. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Dumont adresse une Lettre concernant l'état actuel du projet de canal d'irrigation du Rhône, et l'intérêt que présenterait l'établissement de ce canal, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Claparède adresse une Note relative à un mode particulier de transmission de mouvement.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. T. Héna adresse une Note relative à la Géologie du département des Côtes-du-Nord.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert.)

M. Couchmann adresse une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. de la Gournerie est adjoint à la Commission nommée pour examiner un Mémoire de M. *Haton de la Goupillière*, sur des formules nouvelles pour l'étude du mouvement d'une figure plane.

CORRESPONDANCE.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les « États des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour, au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1877 ».

« Les plus hautes eaux ont été observées le 23 février, au pont Royal, à $5^{m},17$; au pont de la Tournelle, le 24 février, à $3^{m},99$.

» Les plus basses eaux, au pont Royal, le 1er juillet ; au pont de la Tournelle, le 17 août, à 0,17.

» La moyenne a été de $2^{m},30$ au pont Royal et de $0^{m},99$ au pont de la Tournelle. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 5e édition d'un ouvrage de M. *A. Guillemin*, intitulé : « Le Ciel ». (Présenté par M. Y. Villarceau);

2° « L'Annuaire de l'Observatoire météorologique de Montsouris pour 1878 ».

M. **Dumas**, considérant l'oxygène comme appartenant à la famille du soufre, et les corps isomorphes comme ayant même volume atomique, avait conclu que, le volume atomique du soufre étant $\frac{32}{2}$, celui de l'oxygène devait être $\frac{16}{1}$, et réciproquement, que la densité de l'oxygène liquide ou solide serait de $\frac{16}{16}$, soit égale à la densité de l'eau.

Ces présomptions pouvant être utiles pour apprécier l'espace occupé dans les appareils de M. R. Pictet par l'oxygène liquide, il les lui avait communiquées, en ajoutant que la connaissance de la densité de l'oxygène liquide serait d'ailleurs très-intéressante à connaître. La Lettre suivante a été provoquée par cette Communication.

CHIMIE. — *Densité de l'oxygène liquide.* Lettre de M. R. **Pictet** à M. Dumas.

« Vous arrivez à l'expression de la densité de l'oxygène liquide comme étant représentée par $\frac{16}{16} = 1 = \delta$, à l'état solide et probablement liquide aussi, en négligeant les variations dues à la dilatation.

» J'ai la grande satisfaction, Monsieur, de pouvoir vous annoncer la *complète confirmation expérimentale* de vos vues théoriques, exprimées déjà depuis si longtemps par vous à Genève. Voici comment cette détermination peut se faire.

» Je connais directement et très-exactement :

» 1° Le volume total de l'obus en fer forgé vide, et le volume du chlorate de potasse décomposé en oxygène et chlorure de potassium ;

» 2° La température de l'obus au moment de la décomposition totale ;

» 3° Le volume du tube dans lequel la condensation de l'oxygène s'opère ;

» 4° La pression au manomètre avant la condensation et après la condensation ;

» 5° Les variations du manomètre après deux ou trois jets consécutifs, jusqu'au moment où le point de saturation est atteint et passé lequel l'oxygène sort gazeux.

» Ces diverses données, combinées ensemble avec la densité gazeuse, la pression et la température, m'ont amené à cette conclusion, qu'une différence de $74^{\text{atm}},26$ au manomètre représentait la variation de pression correspondant à la condensation de l'oxygène, dans tout le tube immergé dans l'acide carbonique.

» Cette variation a été observée exactement dans les trois dernières

expériences que j'ai faites avec l'aide de plusieurs de mes collègues, ici à Genève.

» La quantité d'oxygène liquide que nous avions dans le tube était de $45^{gr},467$, correspondant à un volume de $46^{cmc},25$. Mais il est possible que la partie tout à fait supérieure du tube mince eût quelques centimètres de longueur de vide, sans liquide, ce qui expliquerait la différence de $0^{gr},8$ trouvée.

» Du reste, les liquides très-volatils ont des dilatations si considérables, qu'il est indispensable de connaître exactement la température à laquelle ils sont soumis pour en déduire leur vraie densité.

» Quoi qu'il en soit, il y a une vérification certaine dans des limites assez définies de notre calcul théorique relatif à cet élément physique.

» Dans notre expérience d'hier au soir, nous avons soigneusement relevé les pressions, après chaque jet liquide, en éclairant ce jet au moyen de la lumière électrique. Les rayons étaient rendus parallèles par un réflecteur parabolique, et nous avons observé le jet éclairé par l'intermédiaire de deux prismes de Nicol, de telle sorte que les rayons analysés fussent à angle droit avec la lumière incidente. Cette observation montra, à deux observateurs simultanément, une polarisation très-forte de la lumière, ce qui prouve la présence, dans le jet, de poussières solides, très-probablement de petits cristaux d'oxygène solide.

» Je rédige actuellement le relevé exact de ces diverses expériences, avec le calcul *in extenso* relatif à toutes ces déterminations. J'aurai l'honneur de vous le communiquer de suite. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la quartique de Steiner.* Note de M. E. AMIGUES.

« On sait que la quartique de Steiner est de troisième classe et qu'elle est doublement tangente aux quatre faces d'un tétraèdre. Nous dirons qu'elle est *inscrite* à ce tétraèdre.

» *Théorème I.* — Dans une quartique de Steiner, menons le plan tangent parallèle à la face A du tétraèdre ; puis, entre ces deux plans, un troisième plan qui leur soit parallèle, mais qui soit deux fois plus près du plan de la face A que du plan tangent parallèle. Nous aurons ainsi un plan α. Ce plan et les trois plans analogues se coupent en un même point.

» Nous appellerons ce point *point central* de la quartique, parce que, à certains égards, il joue le rôle du centre dans les coniques.

» *Théorème II.* — Quand une quartique de Steiner se déforme, en restant inscrite au même tétraèdre et tangente à une surface de classe $3m$

ayant les faces du tétraèdre pour plans tangents d'ordre $2m$, le point central de la quartique décrit une surface de classe m.

» Pour $m = 0$, on a le théorème suivant :

» Quand une quartique de Steiner reste inscrite au même tétraèdre et tangente à un plan donné, son point central décrit un plan. Le théorème analogue de Géométrie plane n'est autre que le théorème de Newton sur le lieu des centres des coniques inscrites à un triangle et tangentes à une quatrième droite.

» Pour $m = 1$, la surface fixe est une quartique de Steiner, et le point central de la quartique variable demeure immobile.

» *Théorème III.* — Un plan P coupe les six arêtes d'un tétraèdre ABCD en six points. Les six points qui divisent les arêtes de même nom d'un autre tétraèdre A'B'C'D' dans des rapports réciproques sont évidemment dans un même plan P'. A chaque plan P correspond un plan P' et un seul. Quand le plan P passe par un point fixe M, le plan P' enveloppe une quartique de Steiner S. Quand le point M varie, la quartique S se déforme, et son point central I décrit une figure homographique de celle que décrit le point M. Dans ces deux figures homographiques, les plans de l'infini se correspondent : les volumes sont donc proportionnels (CHASLES), et le rapport des valeurs décrites par les points I et M est

$$\frac{1}{27}\frac{\text{vol A}'\text{B}'\text{C}'\text{D}'}{\text{vol ABCD}}.$$

» Pour que les deux figures homographiques décrites par les points I et M soient semblables, il faut et il suffit que les tétraèdres soient semblables eux-mêmes. Le rapport de similitude de la figure I à la figure M est alors un tiers de celui du tétraèdre A'B'C'D' au tétraèdre ABCD, et l'homologue du point A est le centre de gravité de la face B'C'D'.

» Si les deux tétraèdres sont confondus, la figure I est trois fois plus petite que la figure M, les deux figures sont homothétiques, et le centre d'homothétie n'est autre que le centre de gravité du tétraèdre. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un principe unique contenant toute la théorie des courbes et des surfaces d'ordre ou de classe quelconque.* Note de M. **P. SERRET**. (Extrait.)

« J'ai établi ailleurs l'existence d'une identité caractéristique

$$(1) \qquad \lambda_1 P_1^n + \ldots + \lambda_N P_N^n \equiv 0 \quad \text{ou} \quad \Sigma_1^N \lambda_1 P_1^n \equiv 0,$$

entre les puissances n des distances à un plan *quelconque* de N points d'une

courbe, ou d'une surface algébrique d'ordre n, définie par N — 1 conditions. Toutefois, ni les éléments déterminants d'une courbe ou d'une surface, ni les éléments cherchés que l'on peut avoir à déduire de ceux-là, ne sont toujours des points, des tangentes, des plans tangents. Dans le cas spécial des lieux, plans ou solides du second degré, les données, aussi bien que les inconnues, sont le plus souvent des groupes binaires d'*éléments conjugués :* points conjugués, droites conjuguées, plans conjugués. Il résulte de cette observation que la relation identique

$$(2) \qquad \lambda_1 P_1^2 + \ldots + \lambda_{10} P_{10}^2 \equiv 0 \quad \text{ou} \quad \Sigma_1^{10} \lambda_1 P_1^2 \equiv 0,$$

qui a lieu entre dix plans tangents d'une même surface du second degré, peut être conçue comme un cas particulier d'une relation plus générale entre dix groupes de *plans conjugués*. Cette relation, d'ailleurs, s'obtient aisément. Et, si l'on appelle *puissance* d'un point par rapport à un groupe de plans (P_n, Q_n) le produit des distances de ce point aux plans de ce groupe, elle consiste dans l'existence d'une relation identique, linéaire et homogène,

$$(2') \qquad \Sigma_1^{10} \lambda_1 P_1 Q_1 \equiv 0,$$

entre les puissances d'un point quelconque de l'espace par rapport aux dix groupes de plans conjugués dont il s'agit.

» C'est au fond, comme je l'ai montré ailleurs, la relation (2′) et sa corrélative qui composent l'instrument analytique le plus propre à la recherche des propriétés descriptives générales des surfaces du second ordre. J'aurai d'ailleurs à montrer, dans un prochain ouvrage, avec quelle facilité, presque extraordinaire, ce même instrument se prête et à l'étude des surfaces orthotomides du second degré, et à la construction de divers problèmes non encore abordés, tels que celui où l'on se propose de déterminer le centre, les plans principaux et les coniques focales d'une triple série d'orthotomides assujetties à huit conditions convenables.

» 2. Pour aborder de même l'étude générale des lieux, plans ou solides de tous les ordres ou de toutes les classes, il restait donc à substituer à l'équation trop particulière (1) une équation plus générale, qui fût à celle-ci ce que l'équation (2′) est à l'équation (2); et si l'on désigne par $P_i Q_i R_i \ldots T_i$ un $i^{\text{ième}}$ groupe de n éléments de même espèce, l'analogie permet d'écrire *a priori*, pour l'équation cherchée,

$$(1') \qquad \Sigma_1^N \lambda_1 P_1 Q_1 R_1 \ldots T_1 \equiv 0,$$

avant même de savoir dans quelle dépendance précise devront se trouver

entre eux, et relativement à la courbe ou à la surface considérée, les n éléments P, Q, R, ..., T, c'est-à-dire les n points, les n droites, ou les n plans de chaque groupe. Or, dans le cas simple où $n = 2$, les deux éléments de chaque groupe binaire sont polairement conjugués relativement au lieu du second ordre que l'on considère. Il reste donc à introduire dans la théorie des lieux ou enveloppes géométriques de degré n la notion correspondante du *groupe conjugué* de n éléments de même espèce : points, tangentes ou plans tangents.

» Voici d'ailleurs en quoi consiste cette notion essentielle, dont on trouverait peut-être quelques traces dans les travaux antérieurs des géomètres sur cette riche matière, mais que je ne sache pas avoir été employée systématiquement par aucun d'eux, ni énoncée aucune part en termes explicites : on verra toutefois qu'elle en vaut la peine.

» 3. Prenant, pour fixer les idées, le cas d'une courbe plane d'ordre n, C_n, le *groupe de n points* $(\dot{1}, \dot{2}, \ldots, \dot{n})$ pourra être dit *conjugué* relativement à la courbe, lorsque :

Prenant la courbe polaire $P_{n-1,1}$ d'ordre $n-1$, du point $\dot{1}$ par rapport à la proposée C_n;
Puis la courbe polaire $P_{n-2,2}$ d'ordre $n-2$, du point $\dot{2}$ par rapport à $P_{n-1,1}$;
Ensuite la courbe polaire $P_{n-3,3}$ d'ordre $n-3$, du point $\dot{3}$ par rapport à $P_{n-2,2}$;
....;
Et enfin la ligne polaire $P_{1,n-1}$ d'ordre 1, du point $(n-1)$ par rapport à $P_{2,n-2}$:

cette dernière ligne, qui est une droite, passera par le $n^{\text{ième}}$ point n.

» 4. Les n points du groupe $(\dot{1}, \dot{2}, \ldots, \dot{n})$ entrent d'ailleurs d'une manière symétrique dans l'équation de condition exprimant que le groupe est conjugué à la courbe. Si l'on rapporte, en effet, celle-ci au polygone AB ... L par l'équation

$$C_n \equiv a A^n + b B^n + \ldots + l L^n = 0,$$

on a d'abord, pour la première polaire du point $1 (A_1, B_1, \ldots L_1)$,

$$P_{n-1,1} \equiv a A_1 A^{n-1} + \ldots + l L_1 L^{n-1} = 0;$$

puis, pour la courbe polaire du point $2 (A_2, B_2 \ldots L_2)$, par rapport à $P_{n-1,1}$,

$$P_{n-2,2} \equiv a A_1 A_2 A^{n-2} + \ldots + l L_1 L_2 L^{n-2} = 0;$$

» De là, enfin, par la condition exprimant que le groupe $(1, 2, \ldots, n)$ est conjugué à la courbe C_n,

$$(c) \qquad a A_1 A_2 \ldots A_n + \ldots + l L_1 L_2 \ldots L_n = 0:$$

relation symétrique par rapport à tous les points du groupe, et qui exprime aussi que le groupe $(2, 3, \ldots, n)$ est conjugué à $P_{n-1,1}$; le groupe $(3, 4, \ldots, n)$ à $P_{n-2,2}$; etc.

» 5. Les n points, ou points-racines d'un groupe conjugué, peuvent être distincts, ou se confondre deux à deux, trois à trois.... Ils peuvent se réduire à deux, dont un point multiple d'entre $n-1$; ou même se confondre en un seul, et dans ce cas le point multiple d'ordre n est sur la courbe. Il convient d'ailleurs de remarquer que, dans la série ci-dessus des courbes polaires successives, une polaire quelconque $P_{n-i,i}$ ne change pas, quelle que soit l'inversion faite parmi les points $1, 2, 3, \ldots, i$ qui ont servi à la déterminer.

» 6. La définition du groupe conjugué à une surface d'ordre n est toute semblable; et, si nous nommons *puissance* d'un groupe de n points par rapport à un plan quelconque le produit Π des distances de ce plan aux n points du groupe, nous pouvons renfermer toute la théorie des courbes et des surfaces d'ordre n dans cet énoncé unique :

» *Si* $N-1$ *est le nombre des points dont la donnée détermine une courbe ou une surface d'ordre* N, *il existe une même relation identique, linéaire et homogène,*

$$(1'') \qquad \lambda_1 \Pi_1 + \lambda_2 \Pi_2 + \ldots + \lambda_N \Pi_N \equiv 0$$

entre les puissances, prises relativement à un plan quelconque, de N *groupes d'ordre* n *conjugués à la courbe ou à la surface.*

» 7. Le même énoncé s'applique aussi aux courbes et aux surfaces de classe n. Les éléments de chaque groupe conjugué changent seulement de nature : ce sont des droites ou des plans qui remplacent des points, et la puissance de chaque groupe doit être évaluée, non plus relativement à un plan quelconque, mais par rapport à un point indéterminé.

» Le théorème précédent a des conséquences infinies. Si l'Académie le permet, je pourrai en indiquer quelques-unes dans une Note ultérieure. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Villarceau; *remarques et conséquences* [1]. Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« 4. On peut donner une autre forme assez curieuse au théorème de M. Villarceau. Soient ξ, η, ζ les coordonnées, ρ la distance à l'origine O d'un point *quelconque* Q pris sur la *droite polaire* de la trajectoire, au

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1280.

point M. Les équations du mouvement d'un point libre donnent

$$\xi \frac{d^2x}{dt^2} + \eta \frac{d^2y}{dt^2} + \zeta \frac{d^2z}{dt^2} = \xi X + \eta Y + \zeta Z = P\rho \cos \overline{P\rho};$$

mais l'une des équations de la droite polaire est celle-ci :

$$(\xi - x)d^2x + (\eta - y)d^2y + (\zeta - z)d^2z - ds^2 = 0,$$

qui, combinée avec la précédente et la relation $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$, donne

$$(4) \qquad \frac{d^2r^2}{dt^2} = 2P\rho \cos \overline{P\rho}.$$

» Parmi les conséquences de cette équation, j'indiquerai la suivante : *Lorsqu'un point libre décrit une courbe sphérique, ou, plus généralement, lorsque le carré de sa distance à un centre fixe varie proportionnellement au temps, la force motrice est, à chaque instant, normale au plan mené par le centre fixe et la droite polaire de la trajectoire.*

» 5. Rétablissons dans l'équation (1) la masse m du mobile et appliquons cette relation à tous les points d'un système matériel quelconque. En désignant par $G = \Sigma mr^2$ le *moment d'inertie polaire* du système par rapport à l'origine, par u la distance de deux masses m et m', par $mm'f(u)$ leur action réciproque, par S une somme qui s'étend à tous les couples de points pris deux à deux ; enfin, réservant la lettre P pour les forces *extérieures* au système, on aura le théorème de M. Villarceau pour un système matériel [1],

$$(5) \qquad \Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + S\, mm'uf(u) - \Sigma Pr \cos \overline{Pr};$$

ou encore, en représentant par Π l'énergie potentielle du système, savoir

$$\Pi(u, u', \ldots) = S\, mm' \int f(u)\, du,$$

$$\Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + S\, u \frac{d\Pi}{du} - \Sigma Pr \cos \overline{Pr}.$$

Admettons que la fonction Π soit homogène de degré k en $u, u', \ldots$; qu'il existe une fonction ψ des forces extérieures, et qu'elle soit aussi homogène, de degré k', en $x, y, z, x', \ldots$; nous aurons

$$\Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + k\Pi - k'\psi,$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 232 ; 1872.

et, en combinant cette égalité avec celle des forces vives, $\Sigma mv^2 = -2\Pi + 2\psi$,

$$\frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} = -(k+2)\Pi + (k'+2)\psi + \text{const.} \tag{6}$$

Par exemple, s'il n'y a pas de forces extérieures et que $k = -2$, on retrouve ce théorème de Jacobi : *Dans un système de points matériels qui s'attirent ou se repoussent en raison inverse du cube de la distance, le moment d'inertie polaire du système, par rapport à une origine fixe, est une fonction quadratique du temps* [1].

» 6. Dans les applications que M. Villarceau a faites de l'équation (5) à la théorie des gaz [2], ainsi que dans un travail remarquable de M. Sarrau sur la Thermodynamique [3], tant que la surface qui limite le milieu matériel ne change pas, on admet que le mouvement n'influe pas sur la densité, en sorte que Σmr^2 reste constant, et l'on peut faire dans l'équation (5) $D_t^2 G = 0$. Cette hypothèse donne lieu aux remarques suivantes : 1° l'équation (1) ainsi simplifiée s'applique au commencement et à la fin d'une transformation thermique quelconque quand l'état *stationnaire* est établi; mais il n'est pas sûr que l'on puisse négliger le terme $D_t^2 G$ pendant la durée même de la transformation, car G est alors certainement une fonction de t. Il y a là, relativement à la définition de la température, une difficulté qui ne semble pas avoir attiré l'attention; 2° dans le cas d'un gaz, l'équation (5) conduit à un résultat curieux. A un instant quelconque, les molécules du gaz sont animées de mouvements rectilignes et uniformes, sauf celles qui sont en état de choc [4] actuel entre elles ou contre l'enveloppe. Soient m la masse d'une des premières; p la perpendiculaire OP abaissée de l'origine O sur la droite AB qu'elle décrit; x la distance du point P à la molécule m. La relation $r^2 = p^2 + x^2$ différentiée conduit à

$$\frac{d^2r^2}{dt^2} = 2\left(\frac{dx^2}{dt^2} + x\frac{d^2x}{dt^2}\right),$$

---

(1) *Vorlesungen über Dynamik*, p. 27 (Berlin, 1866).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 232 et 441.

(3) *Journal de M. d'Almeida*, 1872.

(4) Il faut entendre par cette expression de *choc*, non un contact de molécules entre elles ou avec l'enveloppe, mais un rapprochement tel que les actions mutuelles deviennent sensibles. Il nous semble extrêmement probable que toutes les molécules sont dans ce cas, et que les mouvements rectilignes et uniformes que considère M. Gilbert, et que l'on avait invoqués tout d'abord pour expliquer les pressions, n'existent réellement pas dans les masses gazeuses. (*Note de M.* Y. V.)

et, comme la vitesse v ou $\frac{dx}{dt}$ est constante, $\frac{d^2x}{dt^2}$ est nul. On a donc, pour le système des molécules à mouvement rectiligne,

$$\frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} = \Sigma mv^2;$$

en sorte que, si l'on ne considérait que celles-là, le terme $D_t^2 G$, loin d'être négligeable, serait double de la force vive de ces molécules. Mais puisque, pour la masse gazeuse tout entière, Σmr^2 peut être regardé comme constant, on en déduit que *la dérivée seconde par rapport au temps, du moment d'inertie polaire du système formé par les molécules gazeuses en état de choc actuel, est égale à deux fois la force vive totale des autres molécules, changée de signe.* »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes de dispersion, dans la réflexion métallique des rayons lumineux ou calorifiques polarisés.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 2 avril 1877, j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie une méthode au moyen de laquelle j'étendais aux radiations obscures du spectre la série des déterminations effectuées par M. Jamin sur les rayons lumineux, à savoir : 1° la mesure pour toutes les incidences du rapport $\frac{I}{J}$ des deux nombres par lesquels la réflexion multiplie les amplitudes des deux composantes principales du rayon polarisé incident; 2° la différence de phase $\frac{d-d'}{\lambda}$ qu'elle imprime à ces mêmes composantes.

» J'ai opéré sur trois longueurs d'onde que j'ai désignées par λ_1, λ_2, λ_3 et que je puis aujourd'hui définir par la rotation qu'imprime à leur plan de polarisation une plaque connue de quartz perpendiculaire. Une plaque de quartz droit, qui fait tourner de 100 degrés le plan de polarisation de la lumière de sodium, fait éprouver au plan de polarisation de λ_1 une rotation de 32 degrés; cette rotation est de 16 degrés pour λ_2 et de 10 degrés pour λ_3. En prenant la loi de Biot, au moins comme première approximation, on obtiendrait

$$\lambda_1 = 0^{mm},0010, \quad \lambda_2 = 0^{mm},0014 \quad \text{et} \quad \lambda_3 = 0^{mm},0018.$$

» J'ai étudié jusqu'à présent la réflexion sur l'acier poli, le métal des miroirs et un miroir de verre platiné.

» Les résultats généraux ont toujours été les mêmes que pour la lumière, à savoir :

» 1° Les différences de phase, nulles à l'incidence normale, atteignent la valeur $\frac{1}{2}$ à l'incidente rasante.

» 2° La valeur du rapport $\frac{I}{J}$, partant de 1 à l'incidence normale, va en diminuant, passe par un minimum, puis tend de nouveau vers l'unité.

» 3° La valeur minimum du rapport $\frac{I}{J}$ correspond toujours à l'incidence, pour laquelle la différence de phase est de 0,25 ou, comme on dit, la différence de marche, un quart d'onde.

» Mais ce qui ressort surtout de ces études, c'est l'influence continue et puissante de la longueur d'onde sur les phénomènes.

» Je vais mettre en regard dans le tableau suivant, pour l'acier, les valeurs successives des différences de phase relatives à la longueur d'onde du thallium (0^{mm},000534), du sodium (0^{mm},0005888) (Mascart), et celles qui correspondent aux longueurs d'onde λ_1, λ_2, λ_3 ([1]).

Incidences.	Thallium 0,000534.	Sodium 0,000588.	λ_1 0,0010.	λ_2 0,0014.	λ_3 0,0018.
40°........	0,040	0,030	0,00	0,00	0,00
45........	0,060	0,045	0,00	0,00	0,00
50........	0,080	0,065	0,02	0,00	0,00
55........	0,100	0,085	0,03	0,01	0,00
60........	0,115	0,105	0,05	0,03	0,01
65........	0,155	0,145	0,09	0,06	»
70........	0,200	0,185	0,15	0,10	»
75........	0,250	0,240	0,19	0,15	0,12
76........	»	0,250	»	»	»
79........	»	»	0,25	»	»
80........	0,320	0,310	0,26	0,20	0,18
82........	»	»	0,31	0,25	0,22
83 $\frac{1}{2}$.......	»	»	»	«	0,25

([1]) Les résultats relatifs au sodium résultent d'expériences nombreuses et concordantes faites journellement par les élèves du Laboratoire, au moyen de l'appareil et du compensateur de M. Jamin, construit par M. Duboscq. Pour ceux qui se rapportent au thallium, la source lumineuse était un brûleur Laurent, dans la capsule duquel on plaçait des grains d'alun de thallium. Une cuve remplie d'une dissolution de chlorure de cuivre arrêtait la raie jaunâtre du thallium, et surtout les raies du sodium, qu'on éviterait difficilement dans un laboratoire occupé comme le nôtre. Je remercie spécialement, à ce propos, un élève, M. Curie, qui remplit aujourd'hui les fonctions de préparateur.

» On voit par ce tableau qu'à une incidence de 40 degrés la différence de phase $\frac{d-d'}{\lambda}$ est déjà 0,040 pour la lumière du thallium, 0,030 seulement pour le sodium, et insensible pour les radiations obscures. A 50 degrés, tandis qu'on a 0,080 pour le vert, 0,065 pour le jaune, on commence à avoir 0,02 pour λ_1 et rien encore pour les deux autres radiations obscures. La différence de phase ne commence à être appréciable qu'à 55 degrés pour λ_2, à 60 degrés pour λ_3. Aussi, tout en se tenant inférieures, les différences de phase relatives aux plus grandes longueurs d'onde croissent-elles avec l'incidence, d'une façon d'autant plus rapide que ces longueurs d'onde sont plus grandes.

» Si, comme je l'ai déjà fait remarquer dans la Note précédemment citée, on considère en particulier le point où la différence de phase est 0,25, ou, autrement dit, où la différence de marche est $\frac{\lambda}{4}$, point où une seule réflexion peut, avec une polarisation incidente convenable, produire la polarisation circulaire, on le trouve à 75 degrés pour le vert, à 76 degrés pour le jaune, à 79 degrés pour λ_1, 82 degrés pour λ_2, $83\frac{1}{2}$ degrés pour λ_3.

» Des faits analogues se constatent dans les deux autres miroirs que j'ai étudiés.

» Ainsi, pour ces corps, plus la longueur d'onde est grande, plus long est l'intervalle pendant lequel ils se comportent comme le fait le verre pour la lumière, c'est-à-dire se bornant à imprimer une certaine rotation au plan de polarisation primitif; et plus court, conséquemment, est celui dans lequel la polarisation rectiligne primitive du rayon incident est changée, par le fait de la réflexion, en polarisation elliptique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide éthyloxybutyrique normal et ses dérivés.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Wurtz.

« En traitant le bromobutyrate d'éthyle normal par l'éthylate de sodium en solution alcoolique, dans les mêmes conditions qui avaient fourni à M. Wurtz l'éthyllactate d'éthyle, on obtient, après avoir chassé l'alcool et agité avec de l'eau, un liquide insoluble dans l'eau qui, après dessiccation et rectification, distille entre 168 degrés et 174 degrés. Cet éther est insoluble dans l'eau, plus léger que ce liquide, il possède une odeur agréable et se dissout en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Soumis à l'analyse, ce corps répond à la composition de l'éthyloxybutyrate

d'éthyle, dont la formule est

$$CH^3 - CH^2 - CH.OC^2H^5 - CO.OC^2H^5.$$

» L'éthyloxybutyrate d'éthyle se saponifie très-facilement lorsqu'on le traite par une solution concentrée de potasse additionnée de son volume d'alcool. Le produit de la saponification, débarrassé d'alcool par évaporation, neutralisé exactement par de l'acide sulfurique faible, évaporé ensuite à siccité, puis repris par l'alcool fort, qui en sépare le sulfate de potasse, fournit un sel très-soluble dans l'eau et l'alcool, très-déliquescent, qui, soumis à l'analyse, offre la composition de l'éthyloxybutyrate de potasse

$$CH^3 - CH^2 - CH.OC^2H^5 - COOK.$$

» En traitant ce sel par une solution de sulfate de zinc, évaporant et reprenant par l'alcool, on obtient finalement l'éthyloxybutyrate de zinc sous la forme d'une masse solide incristallisable, ayant l'aspect de la résine, assez soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et assez soluble dans l'éther.

» L'éthyloxybutyrate de zinc, traité par l'hydrogène sulfuré, fournit, après filtration et évaporation, à une douce chaleur, un acide soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther, ayant une consistance un peu huileuse, une odeur faible et une saveur légèrement acide. Il offre exactement la composition de l'acide éthyloxybutyrique :

$$CH^3 - CH^2 - CH.OC^2H^5 - COOH.$$

» Cet acide, traité par la baryte, donne l'éthyloxybutyrate de baryte, sel incristallisable, soluble dans l'eau et l'alcool.

» J'ai obtenu les éthyloxybutyrates, les uns à l'aide de l'acide et des carbonates, les autres par double décomposition avec l'éthyloxybutyrate de baryte et les sulfates ; ils sont très-solubles dans l'eau et l'alcool.

» L'éthyloxybutyrate d'argent cristallise dans le vide en mamelons; on ne l'obtient cristallisé que dans le vide, car sa solution ne peut être évaporée sans subir une forte décomposition, même au bain-marie; on l'obtient à l'aide du nitrate d'argent et du sel de potasse. Il noircit rapidement à la lumière.

» En traitant, dans les mêmes conditions, le bromovalérianate d'éthyle par l'éthylate de sodium, on obtient l'éthyloxyvalérate d'éthyle, ainsi que l'acide éthyloxyvalérique et les principaux éthyloxyvalérates. Ils sont solubles dans l'eau, mais surtout dans l'alcool. L'éthyloxyvalérate de zinc

constitue une masse résineuse très-peu soluble, même dans l'eau bouillante, dans laquelle il fond en un liquide visqueux qui se solidifie par refroidissement. Ce sel est soluble dans l'éther.

» J'ai obtenu aussi les acides thiooxybutyrique et thiooxyvalérique, en ajoutant à une solution aqueuse et concentrée de sulfhydrate de potassium (2 molécules) les acides bromobutyrique et bromovalérique (1 molécule), séparant le bromure de potassium formé, et, traitant par une quantité convenable d'acide sulfurique faible, les acides sulfurés mis en liberté forment une couche huileuse qu'on enlève par l'éther; l'éther est distillé, et le résidu évaporé à plusieurs reprises avec de l'eau, pour chasser les acides butyrique et valérique.

» Ces deux acides sulfurés ont une odeur repoussante. L'acide thiooxybutyrique est soluble dans toutes ses proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther; il forme une masse ayant la consistance de la mélasse.

» L'acide thiooxyvalérique est peu soluble, même dans l'eau chaude. A chaud, il forme un liquide visqueux prenant, par le refroidissement, une consistance presque solide. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

» Les thiooxybutyrates et les thiooxyvalérates ont les plus grandes ressemblances; les sels des métaux alcalins sont très-solubles dans l'eau et l'alcool, ceux des métaux terreux sont beaucoup moins solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool; les sels des autres métaux sont insolubles.

» Ces deux acides sulfurés, ainsi que leurs sels, ont les plus grandes ressemblances avec l'acide thioglycolique et les thioglycolates étudiés récemment par M. Claesson [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la fermentation alcoolique intracellulaire des végétaux.* Note de M. A. **Muntz**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une série de Notes intéressantes [2], MM. Lechartier et Bellamy ont montré que des fruits, des racines et des feuilles, soustraits à l'action de l'oxygène, devenaient le siége d'une fermentation alcoolique caracté-

[1] Je poursuis ces recherches au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille. Prochainement, je l'espère, j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie, avec plus de détails, des acides éthyloxyvalérique, thiooxybutyrique et thiooxyvalérique et leurs dérivés, dont je ne fais qu'indiquer aujourd'hui les principaux caractères.

[2] *Comptes rendus.*

risée par un dégagement d'acide carbonique accompagné de production d'alcool, sans que l'on pût constater dans leurs tissus l'apparition de levûre alcoolique.

» On pouvait voir dans ces résultats curieux la confirmation des prévisions exprimées par M. Pasteur, dès 1861, dans le *Bulletin de la Société chimique*. M. Pasteur avait déduit de certaines vues sur les causes de la fermentation que, si des plantes pouvaient continuer de vivre à l'abri de l'air, dans une atmosphère de gaz acide carbonique, elles deviendraient alors des ferments pour le sucre, qu'elles se comporteraient comme la levûre de bière. MM. Lechartier et Bellamy, à la suite de nouvelles recherches, admettent aujourd'hui cette manière de voir, que M. Pasteur avait d'ailleurs appuyée en répétant les expériences de MM. Lechartier et Bellamy et leur donnant une durée très-courte.

» Toutefois cette interprétation donnée aux expériences de MM. Lechartier et Bellamy souleva des contradictions, et M. Fremy [1] crut devoir attribuer le phénomène observé à de la levûre de bière formée dans les tissus, faisant ainsi rentrer ce phénomène dans le cas d'une fermentation alcoolique normale.

» De nouvelles recherches m'ont paru nécessaires pour lever tous les doutes; elles forment l'objet de ce travail. Mais je me suis attaché à opérer dans des conditions différentes de celles où s'étaient placés les expérimentateurs qui m'avaient précédé.

» En m'appuyant sur certaines expériences de de Saussure [2] et de M. Boussingault [3] sur les effets du gaz acide carbonique dans la végétation, j'ai cru devoir rejeter l'emploi de ce gaz et lui préférer l'azote, comme gaz plus inerte; mais la principale innovation de mes essais consiste à ne pas opérer, comme on l'avait fait avant moi, sur des parties détachées d'une plante, fruit, racines, feuilles. Ces organes n'étaient pas dans les conditions normales de la vie. J'ai agi sur le végétal entier en pleine végétation, non arraché du sol dans lequel il s'était développé et encore apte, l'expérience étant terminée, à reprendre ses fonctions ordinaires au contact de l'oxygène atmosphérique.

» Le végétal était placé sous une cloche de grande dimension, dans laquelle on absorbait l'oxygène au moyen de l'acide pyrogallique addi-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 180.
(2) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 31.
(3) *Agronomie*, t. IV, p. 329.

tionné de potasse. L'azote ainsi produit contient, suivant M. Cloëz [1], de petites quantités d'oxyde de carbone. Ce fait s'est produit dans ces expériences, et l'on en a dosé $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$ par litre d'azote obtenu. Mais comme ce gaz, si délétère pour les organismes animaux, se comporte comme un gaz inerte vis-à-vis des végétaux, on a cru n'avoir pas à se préoccuper de sa présence à l'état de traces. L'expérience a confirmé, du reste, que son rôle avait été nul.

» Chaque expérience portait sur trois individus semblables : l'un était conservé dans l'air et servait à l'essai à blanc; les deux autres restaient dans l'azote pendant un temps variant de douze à quarante-huit heures. Au bout de ce temps, on recherchait l'alcool dans l'un d'eux, l'autre était replacé à l'air et servait à constater qu'il n'y avait pas eu cessation de vie par la privation momentanée d'oxygène. Pour établir que l'effet cherché s'était produit, on se bornait à constater la présence de l'alcool dans les tissus au moyen d'une réaction connue.

» On sait que l'alcool produit de l'iodoforme lorsqu'on le met en contact avec de l'iode et un alcali à une température peu élevée. M. Lieben [2] avait déjà employé cette réaction pour reconnaître la présence de petites quantités d'alcool [3]. Je montrerai ailleurs qu'en s'aidant de la distillation fractionnée et de la constatation, au microscope, de la présence de l'iodoforme, on peut donner à cette méthode de recherche un degré de sensibilité égal à celui des réactions les plus sensibles de la Chimie minérale.

» On n'a pas cru devoir rechercher la présence, dans les tissus, d'organismes microscopiques étrangers, qui auraient pu produire de l'alcool en l'absence d'oxygène. Comment, en effet, des organismes pareils eussent-ils pu manifester leur action au bout de quelques heures? Comment la plante eût-elle pu, après l'observation, conserver toute sa vitalité et continuer à se développer si elle avait été envahie par des mycodermes?

» Les expériences ont porté sur des rameaux de vignes munis de feuilles, sur des plants de betteraves à divers degrés de développement, dont on examinait séparément les feuilles et les racines, sur des plants de maïs, de choux, de chicorée, de pourpier, d'orties, etc., tous dans un état de santé parfait.

» Les résultats ont été identiques dans toute la série des expériences.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 875.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. VII, 1870.

(3) Dans quelques cas on a isolé l'alcool, dont on a pu reproduire les réactions essentielles.

» 1° Les plants témoins conservés à l'air n'ont donné aucune trace d'alcool.

» 2° Les plants placés dans l'azote donnaient des quantités d'alcool très-appréciables, atteignant, dépassant quelquefois un millième du poids de la plante.

» 3° Les plants témoins qui avaient été placés dans l'azote ont continué à vivre et à se développer.

» Les faits observés apportent donc une nouvelle confirmation aux idées qui ont été émises par M. Pasteur; ils montrent que, chez les végétaux supérieurs, la *cellule vivante* est apte, en l'absence de l'oxygène, à fonctionner comme les cellules des Champignons, en produisant une véritable fermentation alcoolique [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures.* Note de M. U. **Gayon**, présentée par M. Pasteur.

« I. M. A. Béchamp a annoncé en 1858 [2] que les moisissures ont la propriété de transformer le sucre de canne en sucre interverti, à la façon du ferment inversif que sécrète la levûre de bière. Il résulte de mes observations que toutes les moisissures n'agissent pas ainsi. Le *Penicillium glaucum*, le *Sterigmatocystis nigra* (*Aspergillus niger*) intervertissent rapidement les dissolutions sucrées; mais, au contraire, plusieurs mucorinées, telles que le *Mucor mucedo*, le *Mucor circinelloïdes*, le *Mucor spinosus*, le *Rhizopus nigricans*, les laissent parfaitement intactes.

» L'expérience ne réussit que si les moisissures sont pures; des traces de *Penicillium*, au contraire, changent le résultat. Aussi il importe d'éviter les poussières de l'air et celles qui sont déposées dans les liquides ou sur les parois des vases, car on sait que le *Penicillium* est une des moisissures le plus communes et que ses spores germent avec facilité dans une foule de milieux.

» Les petites plantes unicellulaires, que M. Pasteur a désignées sous le nom de *Torulas*, ont aussi la faculté de créer un ferment inversif; comme elles se développent souvent dans les liquides exposés à l'air ordinaire, on

---

(1) Ces recherches ont été faites à l'Institut agronomique, dans les laboratoires placés sous la direction de M. Boussingault.

(2) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 44.

doit craindre que leur présence ne trouble également l'action des autres moisissures; pour cette raison encore, il faut commencer par obtenir celles-ci à l'état de pureté.

» La présence de certaines bactéries ne gêne pas l'action propre des moisissures.

» II. On connaît, depuis les recherches de M. Bail et de M. Pasteur, plusieurs moisissures qui, dans certaines conditions particulières, agissent comme la levûre de bière sur les moûts sucrés et qui provoquent, à des degrés divers, la fermentation alcoolique de ces moûts. Leur nombre est sans doute considérable; il faut y comprendre deux moisissures que j'ai pu cultiver à l'état de pureté : le *Mucor spinosus* et le *Mucor circinelloïdes*. Leur action sur le moût de bière ne diffère que par l'intensité; la première donne 1,5 à 2 pour 100 d'alcool, tandis que la seconde en fournit jusqu'à 5,5 pour 100.

» Lorsque ces moisissures sont obligées de vivre sans oxygène libre dans des moûts de bière ou dans des moûts de raisin, leur mycélium se cloisonne et donne naissance à de véritables cellules de ferment; celles-ci se reproduisent sous la même forme, tant qu'on les maintient dans ces conditions, mais elles reforment le mycélium normal, dès qu'on les replace dans des liquides très-aérés. Les cellules-ferment du *Mucor circinelloïdes*, toutes sphériques, sont particulièrement remarquables par l'activité du bourgeonnement et la multiplicité des jeunes cellules, qui sortent d'une même cellule mère.

» Dans des dissolutions de glucose ou de lévulose, la fermentation alcoolique s'établit comme avec le moût de bière; au contraire, dans des dissolutions de sucre de canne, la fermentation est nulle. Cela s'explique par l'absence d'interversion du sucre; les deux mucors dont il s'agit sont en effet rangés plus haut dans la classe des moisissures qui n'agissent pas sur le sucre de canne; mais, si l'on y ajoute, par exemple, du ferment inversif, ou si l'on sème des cellules de torulas, on constate que le sucre est décomposé dès qu'il est transformé, et que la fermentation alcoolique se produit avec ses caractères ordinaires.

» Ce résultat démontre que le sucre de canne n'est pas directement fermentescible. On admet d'ordinaire cette proposition, en s'appuyant sur ce que le sucre, mis avec de la levûre de bière, est interverti avant de fermenter; mais ce fait constate seulement la succession des deux phénomènes, sans prouver qu'elle soit nécessaire. Le fait du mucor en constitue, au contraire, une preuve certaine et directe.

» Les produits de la fermentation alcoolique du sucre interverti avec le *circinelloïdes* pur ne diffèrent pas par leur nature des produits que donne la levûre de bière pure dans les mêmes conditions. Il n'y a de différence que dans les proportions de ces produits, et encore ces différences sont-elles faibles ; elles sont de même grandeur que celles que l'on peut observer avec deux variétés de levûre alcoolique proprement dite. »

FERMENTATIONS. — *Quelques remarques sur l'origine des levûres alcooliques;* par M. **A. Trécul.**

« M. Pasteur vient de nous faire, au nom de M. Gayon, une Communication qui est fort intéressante à un double point de vue : 1° elle prouve qu'un mycélium de *Mucor* peut se transformer en une levûre véritable; 2° elle paraît déterminer avec précision les conditions de la fermentation.

» M. Pasteur nous dit que c'est un spectacle charmant que la végétation de ces cellules mycéliennes qui, d'allongées qu'elles étaient au début, donnent lieu, en se segmentant, à de belles cellules de levûre souvent aussi larges que longues.

» Cela est vrai de tout point. Cette végétation des jeunes cellules mycéliennes de *Mucor* et leur division en cellules souvent parfaitement globuleuses et bourgeonnant de divers points de leur surface est réellement fort curieuse; mais ce phénomène a déjà été décrit plusieurs fois par différents observateurs. Il fut découvert par M. Bail, qui l'a publié dans plusieurs Recueils. Je l'ai moi-même retracé en détail devant l'Académie en 1868 (*Comptes rendus,* t. LXVII, p. 365 et suiv.). J'ai obtenu cette levûre du *Mucor racemosus.*

» M. Bail, qui la nommait *levûre à grandes cellules,* croyait qu'elle était susceptible de se transformer en *levûre à petites cellules,* c'est-à-dire en levûre de bière. En effet, dans des séries de nombreuses fermentations, dont le point de départ avait été de la levûre de *Mucor,* il a vu la levûre à grandes cellules diminuant graduellement, tandis que la proportion de la levûre à petites cellules augmentait sans cesse. Il croyait à une transformation de la levûre de *Mucor* en levûre de bière. Ayant renouvelé les expériences de M. Bail, j'ai reconnu qu'il n'y avait pas transformation de la levûre de *Mucor,* mais seulement mélange, addition par hétérogénèse, puis par bourgeonnement de la levûre de bière à la première.

» Après que j'eus rappelé ces résultats, M. Pasteur, reprenant la parole, affirma qu'en ce qui concerne les observations de M. Bail je n'ai fait que

démontrer, sans beaucoup de peine, ce qu'il avait prouvé lui-même en 1861. Notre confrère commet là une étrange méprise; puisque j'admettais l'existence d'une levûre de *Mucor*, ainsi que celle d'une levûre de *Penicillium*, et que M. Pasteur en niait la possibilité. Pour n'avoir pas à revenir sur cette question, qu'il me soit permis de signaler ici ce que contient la Note communiquée à la Société philomathique par M. Pasteur, dans la séance du 30 mars 1861 (*Bull.*, p. 47 et 48). Il n'est nullement question de la levûre de *Mucor* dans cette Note, ni par conséquent du mélange de cette levûre avec la levûre de bière. M. Pasteur se borne à nier la parenté de la levûre de bière avec le *Penicillium glaucum*, admise par Turpin, Bail, Berkeley, Hofmann, etc., et les opinions de M. Pouchet. Il termine en disant :

« Je me suis préoccupé depuis longtemps de cette importante question qui touche de si près à la nature intime de la levûre de bière, et à ces phénomènes de polymorphie des végétaux inférieurs auxquels se rattachent la plupart des travaux remarquables de M. Tulasne. Mais je suis arrivé à des résultats tout à fait négatifs : je veux dire qu'il m'a été impossible de voir la levûre de bière se transformer en une Mucédinée quelconque, et réciproquement je n'ai pu arriver à faire produire aux Mucédinées vulgaires la plus petite quantité de levûre de bière. »

» C'est en effet là l'opinion que M. Pasteur a constamment soutenue depuis cette époque. Et pourtant, aujourd'hui, en présentant le travail de M. Gayon, il apporte la preuve de ce qu'il a nié jusqu'ici, c'est-à-dire la transformation de cellules mycéliennes d'un *Mucor* en levûre alcoolique. Malgré ce résultat précis, qui prouve qu'une moisissure peut se transformer en une levûre proprement dite, M. Pasteur n'en persiste pas moins à nier résolûment que la levûre de bière puisse devenir *Penicillium*, et que celui-ci puisse donner de la levûre de bière.

» Quand je fais observer à M. Pasteur qu'il n'est pas logique de refuser au *Penicillium* ce que l'on est forcé de reconnaître au *Mucor*, il me répond tout simplement : je pense ainsi parce qu'une telle transformation du *Penicillium* n'a pas lieu.

» Ce n'est là qu'un préjugé; car, ainsi que je l'ai souvent annoncé, avec les observateurs désignés plus haut et d'autres encore, on peut, je le répète, passer de la levûre de bière au *Penicillium*, et retourner du *Penicillium* à la levûre de bière, absolument comme on le fait avec le *Mucor* et sa levûre; seulement, pour le *Penicillium*, ce sont de jeunes conidies qu'il faut semer. Turpin, le premier, a vu la levûre de bière produire le *Penicillium;* M. Bail, le premier, a vu les conidies bourgeonner et annonça qu'elles déterminent alors la fermentation.

» Quoique ce dernier résultat ne soit pas encore généralement accepté, toujours est-il que la barrière élevée, dans le laboratoire de M. Pasteur, entre les levûres et les moisissures, est aujourd'hui renversée, et c'est M. Pasteur qui nous fait part de cet événement : je l'en félicite cordialement. »

Réponse verbale de M. **Pasteur** *à* M. Trécul.

« J'ai le regret de dire que toutes les assertions que notre confrère vient d'émettre sont inexactes :

» 1° La Note de M. Gayon n'est pas relative à la levûre de *Mucor* observée pour la première fois par Bail, non en 1860 comme vient de le dire M. Trécul, mais en 1856. M. Gayon s'occupe d'un exemple tout nouveau d'une levûre analogue que lui ont fournie des *Mucor* nouvellement décrits par M. Van Tieghem, notamment le *Mucor circinelloides*.

» 2° M. Trécul pense qu'il a, le premier, fait observer que la levûre de Bail ne se transforme pas en levûre de bière, comme ce botaniste le pensait. Cette rectification, je l'avais faite dès le mois de mars 1861 devant la Société philomathique. M. Trécul trouvera l'extrait textuel du *Bulletin* de cette Société, relatif à ma Communication, dans mes *Etudes sur la bière* (Paris, 1876), p. 126.

» 3° M. Trécul affirme de nouveau que le *Penicillium glaucum*, ainsi qu'Hofmann et d'autres l'admettaient, se transforme en une levûre de bière de petite dimension. J'ai combattu cette assertion dès 1861 et plus récemment devant l'Académie. M. Trécul pourra lire la réfutation expérimentale que j'en ai donnée, très-détaillée, dans mes *Etudes sur la bière*, notamment au Chap. IV, p. 86 et suiv., et Chap. VI, p. 321 et suiv. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Gorille provenant du Congo.* Note de MM. **Alix** et **Bouvier**.

« MM. le Dr Lucan et Petit nous ont récemment adressé de Landana (Congo), provenant de leur chasse sur les rives du Kouilo, près du village du roi Mayêma, le squelette et la peau d'une femelle très-adulte de Gorille, qui nous a présenté un intérêt particulier, par sa nature même, et aussi parce qu'elle vient confirmer la récente découverte de cet anthropoïde dans cette région.

» Quoique Battell ait signalé au Congo, il y a deux cents ans environ, la

présence de grands singes dont la description semble se rapporter au Gorille, et qu'en 1851 le Dr Ford ait affirmé qu'on rencontre cet animal depuis la rivière Cameron jusqu'à Angola, cependant Geoffroy Saint-Hilaire restait, en 1858, dans une prudente réserve, et ne regardait leur existence comme démontrée que sur les côtes du Gabon et sur les bords de la rivière Moundah ou Danger.

» En effet, lorsqu'en 1851 Richard Owen décrivait un crâne provenant de cette dernière rivière, tous les autres exemplaires connus n'avaient encore été pris que dans les forêts situées sur la rive gauche du Gabon; mais, à partir de cette époque, Du Chaillu, et tout récemment MM. Marche et le regretté marquis de Compiègne, dans leur intéressante exploration de l'Ogooué, reculèrent plus dans le Sud l'habitat de ce grand singe, et nous firent connaître sa présence, non-seulement au Gabon, mais aussi sur les deux rives de l'Ogooué, et jusqu'au Fernand-Vaz, où ils en capturèrent plusieurs.

» Cette année-ci, enfin, on le signala plus au Sud encore, car le Dr Falkenstein, chef de l'expédition allemande du Congo, rapporta vivant en Europe, il y a quelques mois, un jeune de cette espèce qu'il avait acheté dans la région du Kouilo (4° 35′ de lat. sud); et l'un de nous, il y a quelques jours, présentait à la Société zoologique de France la dépouille d'une jeune femelle qu'il venait de recevoir des mêmes localités.

» Alors nous ne pensions pas encore à séparer cette espèce du type; son jeune âge du reste ne pouvait que nous fournir des caractères insuffisants pour une séparation spécifique. Il n'en est pas de même aujourd'hui pour l'exemplaire adulte qui fait le sujet de cette Communication.

» Cette femelle, déjà âgée, est en effet remarquable par une taille moindre que celle du *Gorilla gina*, et une tête proportionnellement plus petite encore; elle en diffère aussi par de nombreux caractères, que nous nous proposons d'exposer en détail dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*, et qui consistent principalement dans la profondeur des fosses temporales; dans l'étroitesse du crâne, en arrière des arcades orbitaires; dans l'étroitesse de l'espace interorbitaire, et dans une plus grande saillie de la carène qui s'élève au milieu de cet espace; dans les dimensions relativement plus grandes des orbites; dans la longueur et l'aplatissement des arcades zygomatiques, et aussi dans une diminution très-notable de la hauteur des apophyses épineuses des premières vertèbres cervicales.

» Son pelage, gris et brun sur le corps, noir sur les membres, avec des

parties rousses sur la tête et le pubis, ne diffère point essentiellement de celui que plusieurs auteurs ont assez vaguement décrit, si ce n'est par une séparation très-tranchée sur les flancs, entre le brun du ventre et le gris du dos, et par la teinte rousse des régions pubiennes; mais il offre cette particularité remarquable, que le dos est garni de poils longs et épais, à l'inverse de ce que l'on voit chez les autres Gorilles où la peau de cette région est dénudée ou simplement couverte de poils courts et usés.

» On peut donc en conclure que notre sujet ne se repose pas comme le *Gorilla gina*, c'est-à-dire appuyé contre le dos; mais que, à l'exemple des Chimpanzés, il a des habitudes beaucoup plus arboricoles, ce qui est aussi plus en rapport avec la réduction de sa taille.

» Toutes ces différences nous autorisent à considérer notre sujet comme appartenant à une espèce particulière, que nous désignons sous le nom de *Gorilla mayema*, du nom du nègre chef du village près duquel il a été tué. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la formation de la fibrine du sang, étudiée au microscope.* Note de M. G. HAYEM, présentée par M. Vulpian.

« Les éléments que nous avons décrits sous le nom d'*hématoblastes* sont reconnaissables sur le vivant; on peut les voir circuler dans les vaisseaux de la grenouille, où ils sont mélangés avec les autres éléments du sang, et disséminés irrégulièrement (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1er décembre 1877).

» Dès qu'ils sont sortis des vaisseaux, ils subissent, avons-nous dit, de profondes altérations. Ces altérations, dont nous avons donné la description à la Société de biologie (séance du 24 novembre 1877), sont déjà assez avancées au moment où a lieu la coagulation du sang.

» En faisant passer à travers une préparation de sang de grenouille coagulé un courant de sérum iodé, on voit que les hématies, disposées en rosaces autour des amas d'hématoblastes, sont fixées dans cette situation par des filaments fins partant du centre des rosaces [1]. Cette sorte de lavage entraîne un certain nombre d'éléments, et il devient facile de constater que les hématoblastes se sont transformés en corpuscules irréguliers, anguleux, étoilés, et que, de la surface de ces éléments et de leurs prolongements, partent des fibrilles extrêmement fines et délicates, qui se divisent et s'en-

---

[1] M. Ranvier a déjà décrit cet arrangement des globules rouges en rosaces (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1873, et *Technique histologique*, fasc. 2).

trecroisent en formant un réseau dont les derniers filaments, extrêmement ténus, ne se voient bien que lorsqu'ils ont été colorés par l'iode.

» Les fibrilles principales et les plus épaisses relient entre eux les hématoblastes qui occupent le centre des rosaces; la plupart des autres rattachent les hématies autour de ce même centre, à l'aide de fibrilles qui les déforment de diverses manières. Les hématoblastes, d'où émane le réseau de fibrilles, sont faciles à reconnaître, malgré les altérations qu'ils ont subies; on en distingue souvent encore le noyau unique et volumineux.

» On observe une série de faits analogues chez les animaux supérieurs. Le sang de l'homme est particulièrement favorable à cette étude, à cause de l'étendue relativement considérable des espaces que laissent entre elles les piles de globules rouges.

» De même que les hématoblastes du sang des ovipares, ceux de l'homme et des vertébrés supérieurs éprouvent des modifications rapides qu'il est impossible de décrire ici en détail. Quelques minutes après que la préparation vient d'être faite, ces éléments sont déjà très-altérés, et on les aperçoit, dans les intervalles régnant entre les piles d'hématies, sous la forme de très-petits corpuscules, le plus souvent épineux, isolés, ou groupés de façon à constituer de petits chapelets, puis de petits amas irréguliers, anguleux, dont les éléments constituants deviennent de plus en plus confus. Ces petits corpuscules et ces amas sont, en général, plus réfringents que les hématoblastes qui les ont formés, et souvent ils possèdent encore une légère coloration jaune verdâtre. La surface de ces petits éléments est hérissée de prolongements fins et nombreux qui bientôt deviennent le point de départ d'un réseau de filaments traversant toute la préparation.

» Au début de la coagulation du sang, ce réseau est à peine distinct, puis il se dessine peu à peu, par suite de l'épaississement progressif des fibrilles qui le constituent.

» Quand on étend le sang, pris sur le vivant, avec une quantité de sérum iodé suffisante pour empêcher la coagulation, les hématoblastes restent presque tous isolés, et sont fixés dans leur forme normale; mais, au bout d'un certain nombre d'heures, ils présentent de petits prolongements courts, parfois divisés, qui paraissent émanés de leur propre substance.

» Lorsque la quantité de sérum iodé utilisé retarde la coagulation sans l'empêcher, les hématoblastes s'altèrent plus lentement que dans le sang pur, et il est plus facile d'en suivre les modifications et d'en voir partir le réseau de fibrine.

» Dans le sang défibriné on ne trouve plus ni les hématoblastes, ni les corpuscules et les amas formés par ces éléments altérés ; il en est de même dans le sang recueilli sur le cadavre après la coagulation *post mortem*.

» L'ensemble de ces faits, qu'il nous est impossible de décrire ici plus longuement, montre que le phénomène de la coagulation du sang paraît avoir pour origine les actes physico-chimiques qui accompagnent la décomposition d'un des éléments figurés du sang, décomposition qui commence instantanément dès que cet élément ne se trouve plus dans les conditions nécessaires à l'entretien de sa vitalité.

» Les hématoblastes, bien qu'ils soient destinés à devenir des globules rouges adultes, possèdent donc des propriétés particulières et, à ce point de vue, on peut les considérer, en quelque sorte, comme une troisième espèce d'éléments figurés du sang.

» Ces éléments agissent-ils en s'altérant, comme cause déterminante de la coagulation? Sans pouvoir encore l'affirmer, il est permis de le supposer à titre d'hypothèse très-vraisemblable. En tout cas, on peut faire intervenir trois facteurs dans l'acte de la coagulation : 1° une substance qui sort par exosmose des hématoblastes, et qui représente peut-être la paraglobuline; 2° les corpuscules isolés ou groupés, formés par les hématoblastes en voie d'altération cadavérique, et qui fournissent un point de départ, peut-être simplement occasionnel, au réseau de fibrilles. On peut admettre, en effet, que ce réseau pourrait se former sans l'intermédiaire de ces débris anguleux d'éléments; 3° une substance primitivement dissoute dans le plasma et qui, soit après s'être modifiée simplement en présence de la matière exsudée par les hématoblastes, soit après s'être combinée avec cette substance, fournit, en se précipitant la presque totalité du réseau fibrillaire.

» Il sera intéressant de déterminer plus exactement les rapports qui doivent exister entre ces faits révélés par le microscope et ceux que la chimie nous a fait connaître.

» A l'état normal, chez l'homme, les plus petits corpuscules hématoblastiques ont environ 1 μ, et les plus gros amas dépassent rarement 8 μ dans leur plus grand diamètre; mais les hématoblastes peuvent être plus ou moins développés et abondants, suivant certaines circonstances qu'il sera nécessaire de préciser; il est probable qu'on trouvera des relations plus ou moins étroites entre les diverses modifications de ces éléments et les variations qu'on observe dans l'acte de la coagulation et la richesse du réseau fibrineux.

» Dans l'anémie intense, surtout lorsqu'elle est liée à un état cachectique, on voit se former des amas hématoblastiques très-volumineux, parfois même considérables, pouvant atteindre jusqu'à 60 et 70μ dans leur plus grand diamètre, mais le plus souvent le réseau fibrineux qui en part est moins riche et moins net qu'à l'état normal.

» Dans les maladies aiguës, et notamment dans les phlegmasies, les hématoblastes m'ont paru très-abondants, et les amas qu'ils forment sont plus volumineux qu'à l'état normal; mais, contrairement à ce qu'on observe dans les cachexies, la fibrine qui en émane forme un réseau riche et à fibrilles épaisses.

» L'étude de ces différents points promet d'être fertile en déductions pathologiques. »

M. Lavaud de Lestrade adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note sur un procédé pour obtenir la recomposition de la lumière du spectre solaire.

Le spectre est reçu sur un miroir à double face, auquel on imprime un mouvement de rotation autour d'un axe; en recevant la lumière réfléchie sur un écran, on obtient une bande lumineuse blanche. Pour donner à cette bande plus d'intensité, on peut, au mouvement de rotation continu, substituer un mouvement oscillatoire alternatif, dont on règle convenablement l'amplitude et la rapidité.

Enfin, en plaçant sur le trajet des faisceaux réfléchis de petits écrans qui interceptent une partie des couleurs, on obtient à volonté les colorations résultant du mélange de telles ou telles parties du spectre.

M. J. Latapie adresse une Note relative à la ventilation des hôpitaux, et à un procédé pour empêcher la diffusion des maladies contagieuses.

A 5 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à $0^m,20$.	à $1^m,00$.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à $1^m,80$)	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale.	OZONE en milligrammes
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	pll	mg
1	736,9	4,1	7,4	5,8	5,6	0,3	5,5	7,2	5,6	6,5	8,8	6,6	96	1,9	0,5	2,0	1,
2	50,2	5,1	8,0	6,6	5,8	0,6	5,3	2,6	5,4	6,9	8,6	6,2	89	0,3	1,1	2,0	0,
3	55,6	1,3	4,5	2,9	3,4	- 1,7	3,1	1,5	3,1	6,3	8,5	5,0	87	0,0	1,4	3,6	0,
4	53,3	3,1	5,0	4,1	3,6	- 1,4	3,4	1,5	3,4	5,9	8,5	5,6	93	0,0	0,7	5,6	0,
5	54,4	2,8	6,7	4,8	5,1	0,2	5,0	1,7	5,0	5,8	8,3	6,5	99	0,7	0,2	0,6	0,
6	47,9	4,1	11,1	7,6	6,8	2,1	6,9	1,5	6,3	6,2	8,2	7,1	96	4,2	0,3	0,8	0,
7	57,1	4,1	9,8	7,0	7,2	2,6	7,4	9,9	7,1	6,6	8,1	6,8	89	8,0	0,7	2,0	0,
8	61,7	4,5	8,6	6,6	4,8	0,3	5,5	21,2	3,5	6,7	8,0	5,5	85	0,2	1,3	9,9	0,
9	61,3	- 2,1	6,5	2,2	1,6	- 2,8	1,3	19,9	1,9	5,5	8,0	4,5	88	•	•	•	0,
10	52,0	- 1,7	5,6	2,0	1,4	- 2,9	1,6	21,4	0,8	4,5	7,9	4,3	85	•	•	•	0,
11	58,3	- 3,4	3,9	0,3	0,3	- 3,9	0,5	17,0	0,7	3,6	7,6	4,3	91	•	•	•	0,
12	56,4	0,1	7,1	3,6	4,0	- 0,1	4,2	2,0	3,4	3,4	7,4	5,8	94	3,1	0,6	0,9	0,
13	56,7	0,1	7,2	3,7	3,0	- 1,0	3,2	12,5	2,7	3,9	7,1	5,2	91	0,2	0,6	0,9	1,
14	62,1	0,1	6,8	3,5	2,6	- 1,3	3,3	21,2	1,9	3,7	6,9	4,8	87	•	0,8	6,9	0,
15	70,3	- 4,5	- 0,1	- 2,3	- 1,4	- 5,2	- 1,9	9,3	- 1,3	3,2	6,7	4,2	100	•	•	•	0,
16	66,7	- 1,7	8,8	3,5	4,0	0,3	4,0	4,8	3,9	2,7	6,5	5,9	95	0,1	•	•	0,
17	66,0	6,7	8,3	7,5	7,1	3,5	7,3	1,7	6,5	4,3	6,3	7,0	92	0,3	0,5	18,4	0,
18	67,2	5,8	8,0	6,9	5,6	2,1	5,6	4,9	4,7	5,2	6,3	6,1	89	0,5	1,7	19,9	0,
19	69,5	1,3	5,6	3,5	3,4	0,0	3,4	4,1	3,0	4,5	6,3	4,9	84	0,0	1,6	16,0	0,
20	71,0	- 0,2	1,6	0,7	- 0,1	- 3,4	- 0,5	8,7	- 0,3	4,0	6,3	3,8	84	•	•	•	0,
21	69,0	- 3,5	- 1,7	- 2,6	- 2,6	- 5,8	- 3,6	1,7	- 2,4	3,0	6,4	3,6	96	0,0	•	•	0,
22	66,3	- 3,7	non atteint.	1,4	- 2,5	- 5,5	- 3,1	5,9	- 2,0	2,4	6,1	3,6	93	•	•	•	0,
23	56,8	ascendante.	6,4		1,9	- 1,0	3,1	2,8	0,6	2,1	5,9	5,1	97	1,6	•	•	0,
24	54,9	- 2,3	5,2	1,5	1,5	- 1,3	2,0	3,7	1,0	2,2	5,7	4,6	90	0,4	•	•	0,
25	51,1	- 0,1	2,6	1,3	0,9	- 1,8	1,2	2,8	0,4	2,3	5,6	4,6	93	1,7	•	5,6	0,
26	40,8	- 1,1	6,2	2,6	2,9	0,3	2,9	13,9	2,9	2,1	5,4	4,9	86	8,3	0,9	11,3	1,
27	47,2	1,4	5,6	3,5	3,3	0,8	3,4	5,9	2,9	2,8	5,4	4,3	73	0,4	1,5	14,4	0,
28	57,8	1,5	7,2	4,4	3,7	1,3	4,0	7,6	3,5	2,8	5,3	5,1	85	6,5	1,0	15,3	0,
29	51,3	2,9	12,5	7,7	10,5	8,2	10,6	5,5	9,8	3,9	5,2	8,7	92	3,4	0,7	9,9	0,
30	55,0	8,1	12,1	10,1	10,3	8,1	10,5	3,1	9,6	5,9	5,1	8,6	92	2,1	0,8	11,4	0,
31	59,0	6,1	9,2	7,7	5,4	3,3	5,7	14,6	4,2	6,7	5,2	5,1	76	3,6	2,7	32,5	0,

(5) (7) (9) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires. (10) (11) Observation de midi.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 10
(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.
(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.					
Déclinaison. (Fortification.)	Inclinaison. (Fortification.)	Intensité horizontale. (Parc.)	Intensité totale. (Parc.)	Direction dominante.	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(25)	
° ′	° ′				km	kg			
17.6,4	65.32,4	1,9338	4,6510	SSE	16,8	2,7	SSE	10	Cont. pluv., surtout de 5 h. m. à 8^h30^m m.
6,8	30,9	9352	6500	NNE	15,6	2,3	NNE	9	Brumeux. La pluie cesse vers 8 h. m.
5,5	32,3	9339	6509	NE	22,0	4,6	»	10	Uniform. couv., brum.; goutt. de pl. à min.
7,4	32,8	9328	6498	NNW	9,5	0,8	N	10	Id. bruine ou pluie fine surt. le jour.
5,7	32,8	9325	6490	tr.-variable	6,1	0,4	»	10	Id. id. presq. cont.
5,4	32,4	9339	6514	S ¦ SE	20,1	3,8	S	10	Bourrasq. et pluies, surt. de 8^h15^m m. à 3^h s.
6,4	32,3	9337	6504	tr.-variable	8,6	0,7	»	10	Pluv. mat. et soir, surt. de 7^h15^m s. à 12^h30^m.
6,7	31,9	9337	6492	NW	12,9	1,6	NNW k	2	Gelée blanche le soir.
5,5	32,6	9336	6511	SE	7,5	0,5	»	1	Givre matin et soir. Assez beau.
6,2	32,0	9343	6510	E	11,7	1,3	NNE	0	Id. Beau temps.
6,1	32,4	9343	6522	SSW	7,7	0,6	NNE k	6	Givre le matin. Ciel variable.
7,1	33,1	9332	6518	S à W	24,2	5,5	SW	9	Bourrasq. Pluie de 11 h. m. à 4^h30^m s.
7,0	33,0	9335	6522	S à W	17,5	2,9	SW k	5	Variable. Pluie faible avant midi.
6,1	33,2	9334	6524	W	10,5	1,0	NNW	1	Gelée blanche matin et soir.
5,4	33,6	9333	6534	SSE	6,9	0,4	»	9	Givre épais. Brouill. persistants.
7,1	32,9	9331	6509	S à WNW	19,0	3,4	WSW	10	Petite pluie vers minuit.
6,8	32,9	9339	6528	W à N	10,7	1,1	W	9	Pluie avant le jour et vers minuit.
5,2	32,8	9340	6526	NW	16,1	2,5	N	5	Pluvieux avant le jour.
4,6	33,1	9340	6536	N	14,9	2,1	NNE	10	Bruine le matin.
4,0	32,9	9336	6521	NNE	14,6	2,0	NNE	6	Givre le matin. Ciel variable.
4,7	32,8	9338	6522	N à E et S	6,5	0,4	»	10	Id. rares flocons de neige vers midi.
5,5	32,6	9337	6515	SSE	11,0	1,1	»	10	Brumes élevées; faux dégel.
6,5	32,5	9338	6514	SW à NNW	17,5	2,9	W à N	6	Bourr. le matin avec pluie, suivie du regel
6,0	32,3	9338	6507	S à W	21,8	4,5	SW	8	et de nouv. bourr. avec pluie le soir du 24.
5,9	32,2	9338	6505	W à S	9,9	0,9	WSW	9	Givre. Pluie et neige à demi-fondue.
7,1	31,9	9340	6500	NW à SW	20,9	4,1	NW	5	Neige suivie de pluie le mat. Pluie reprend
5,8	32,1	9340	6507	W	17,3	2,8	WSW	9	de 8^h s. le 26 à 3^h30^m le 27; grêlons à 2^h35^m s.
5,8	32,2	9336	6501	W à S	10,6	1,1	W	10	Pluv. de 6^h s. le 28 à 4^h m. le 29, avec bour-
6,8	31,9	9336	6491	SW	22,7	4,8	SW	9	rasques vers midi du 29 et le soir.
6,4	31,9	9336	6490	SSW	23,5	5,2	SSW	10	Bourr. avec pluie, surt. de 3^h s. le 30 à 3^h m.
4,8	32,0	9331	6483	WNW	24,3	5,5	NW	2	le 31 (forte averse à 1^h30^m). Gelée bl. le s.

nima barométriques : le 1, de $736^{mm},7$ à 1^h40^m s.; le 6, de $747^{mm},0$ vers 3^h s.; le 12, de $755^{mm},5$ à 1^h55^m s.; le 23, de $756^{mm},5$ à 10m; le 24, de $750^{mm},2$ à 6^h s.; le 26, de $738^{mm},3$ à 6^h m.; le 29, de $751^{mm},2$ à midi 55; le 31, de $747^{mm},3$ vers 1^h m. Autres dé- s. le 8 et le 10, 751 et 752 et le 16 à $763^{mm},2$, apr. maxim. de $770^{mm},6$ le 15 à 9^h s. (nouv. maxim. le 20 vers 10^h m. à $771^{mm},7$);
3) Vitesses maxima du vent à 20^m de hauteur : les 3, 6, 16 et 26; de 36 à 38^{km}; les 23 et 29 de 42 à 44^{km}; les 12 et 30 de 47 à 50^{km}, 31 de 55^{km}.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Décembre 1877).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	4,9	5,6	8,7	7,2	5,9	4,5	4,6	17. 6,0
Inclinaison » .... 65° +	32,2	32,3	32,3	32,5	32,7	32,7	32,7	65.32,5
Force magnétique totale............... 4,+	6511	6506	6505	6509	6513	6510	6509	4,6510
Composante horizontale.. ... . 1,+	9341	9338	9337	9336	9336	9335	9334	1,9337
Composante verticale.................. 4,+	2299	2295	2294	2299	2304	2301	2300	4,2299
Électricité de tension (éléments Daniell) 21 jours.	3,6	13,9	17,2	13,8	9,8	8,7	5,0	8,9
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°......................	757,13	757,81	757,54	757,45	757,76	758,05	757,96	757,60
Pression de l'air sec.......................	751,96	752,58	752,02	751,90	752,17	752,50	752,59	752,19
Tension de la vapeur en millimètres...	5,17	5,23	5,52	5,55	5,59	5,55	5,37	5,41
État hygrométrique..........................	92,1	91,9	85,9	84,2	89,2	91,1	91,9	89,8
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri).........	2,49	2,75	4,51	4,87	4,01	3,56	3,03	3,51
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	2,55	2,82	4,35	4,75	4,15	3,69	3,18	3,56
Degré actinométrique........................	0,00	10,07	23,94	4,98	0,00	»	»	7,80
Thermomètre du sol. Surface	1,80	2,65	5,72	4,37	3,08	2,68	2,01	3,15
» à $0^m,02$ de profondeur...	3,44	3,35	3,47	3,84	3,91	3,85	3,69	3,63
» à $0^m,10$ » ...	4,11	4,01	3,98	4,13	4,31	4,32	4,26	4,16
» à $0^m,20$ » ...	4,47	4,43	4,38	4,38	4,47	4,53	4,52	4,46
» à $0^m,30$ » ...	4,55	4,54	4,50	4,48	4,51	4,55	4,54	4,53
» à $1^m,00$ » ...	6,85	6,84	6,82	6,81	6,80	6,78	6,76	6,81
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur.......................	15,34	2,47	5,85	5,88	0,73	6,87	9,82	t. 46,96
Pluie moyenne par heure.....................	0,082	0,027	0,063	0,063	0,007	0,074	0,106	»
Évaporation moyenne par heure (20 jours).....	0,022	0,035	0,054	0,078	0,050	0,036	0,031	»
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure.....	14,28	15,68	15,32	16,34	14,35	14,71	13,81	14,84
Pression moy. en kilog. par mètre carré.....	1,92	2,32	2,21	2,52	1,92	2,04	1,80	2,08

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 5,4	757,70	3,09	2,98	2,66	14,50	1h soir	17. 8,7	757,42	4,69	4,92	2,31	16,77
2 »	6,3	57,37	3,03	2,80	4,15	13,93	2 »	8,0	57,41	4,83	5,03	2,23	16,51
3 »	6,7	57,09	2,96	2,60	1,65	14,56	3 »	7,2	57,45	4,70	4,92	1,34	15,74
4 »	6,5	56,91	2,86	2,53	1,05	14,31	4 »	6,6	57,55	4,56	4,55	0,39	14,92
5 »	5,7	56,93	2,71	2,42	3,68	14,27	5 »	6,1	57,67	4,35	4,14	0,17	14,07
6 »	4,9	57,13	2,55	2,38	2,15	14,12	6 »	5,9	57,77	4,15	3,95	0,17	14,05
7 »	4,4	57,39	2,47	2,47	0,57	15,06	7 »	5,6	57,87	3,99	3,87	1,34	14,28
8 »	4,7	57,65	2,54	2,47	0,93	16,12	8 »	5,1	57,95	3,84	3,75	2,61	15,18
9 »	5,6	57,80	2,82	2,83	0,97	15,85	9 »	4,5	58,05	3,70	3,58	2,92	14,67
10 »	7,0	57,80	3,29	3,47	1,74	14,64	10 »	4,1	58,13	3,53	3,39	3,65	14,35
11 »	8,1	57,70	3,83	4,11	0,74	14,78	11 »	4,1	58,10	3,35	3,19	3,92	13,37
Midi...	8,8	57,54	4,35	4,60	3,37	16,53	Minuit..	4,6	57,96	3,19	3,10	2,25	13,71

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 1°,3   Des maxima......... 6°,5   Moyenne............. 3°,9

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima... ..... 0°,3   Des maxima.. ..... 7°,8   Moyenne............. 4°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

	°		°		°
1877. Nov. 27 à 1er Déc.	7,1	Déc. 7 à 11......	3,1	Déc. 17 à 21.....	2,7
Déc. 2 à 6......	4,9	» 12 à 16......	2,4	» 22 à 26.....	0,9
				» 27 à 31.....	6,6